

JOÃO CARLOS MORESCHI

PROPOSIÇÃO DE METODOLOGIAS PARA SELEÇÃO E
INSPEÇÃO DA QUALIDADE DE PRODUTOS PRESERVATIVOS

Tese apresentada ao Curso de
Pós-Graduação em Engenharia Flo-
restal do Setor de Ciências Agrá-
rias da Universidade Federal do
Paraná, como requisito parcial pa-
ra a obtenção do grau de Doutor
em Ciências Florestais.

CURITIBA/PR-1990

. BIOGRAFIA DO AUTOR

João Carlos Moreschi, nascido em Curitiba, Estado do Paraná, aos 05 de novembro de 1946.

Concluiu o Curso de Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná, em 1972. Em 1975 obteve seu grau de Mestre em Ciências Florestais pela Universidade Federal do Paraná, como bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

Em 1975 realizou o Curso de Aperfeiçoamento em Microscopia Eletrônica pela Universidade Federal do Paraná, e entre 1976 e 1977 atendeu cursos de formação profissional na área de produção de polpa e papel, na North Carolina State University (USA), através do Programa de Educação Agrícola Superior/CAPES.

No ano de 1979 obteve o grau de Mestre em Ciências Florestais pela Michigan State University (USA), como bolsista da Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal Docente de Nível Superior/CAPES.

Desde 1975 é professor do Departamento de Engenharia e Tecnologia Rurais da Universidade Federal do Paraná, lecionando nos Cursos de Graduação e de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, bem como participando de Comitês de Orientação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.

Durante 1981 e 1982 foi Coordenador do Convênio "Pesquisas em Recursos Florestais do Estado do Paraná", entre a Financiadora de Estudos e Projetos e a Universidade Federal do Paraná, e de outros projetos de pesquisa pela Fundação de Pesquisas Florestais do Estado do Paraná.

A partir de 1982 é contraparte do Convênio de Cooperação Técnica e Cultural entre os governos da República Federativa do Brasil e da República Federal da Alemanha, e de 1983 a 1985 fôí Coordenador do Convênio SUBIN/UFPR/UFPB - Programa de Atualização do Curso de Engenharia Florestal da Universidade da Paraíba.

Durante o período 1983-1985, foi Vice-Coordenador do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

Em 1985 prestou concurso público para preenchimento do cargo de Professor Titular, no Departamento de Engenharia e Tecnologia Rurais da Universidade Federal do Paraná, sendo aprovado em primeiro lugar.

Desde 1987 é o representante do Curso de Engenharia Florestal, na Comissão Intersectorial de Biotecnologia da Universidade Federal do Paraná e participa, atualmente, em programa de pesquisas nesta área junto ao Curso de Bioquímica da UFPR.

DEDICATÓRIA

O presente trabalho é dedicado às empresas, associações, instituições e pessoas físicas, que direta ou in diretamente contribuem para o desenvolvimento tecnológico do País.

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos à Indústria Fornecedora e Exportadora de Madeiras Forex S/A, em especial nas pessoas do Engenheiro Florestal Wanderson Sanches e Sr. Ernesto Gaziero, pelo interesse e colaboração dada na execução do experimento de campo.

Ao Professor Orientador, Dr. Ivan Tomaselli, pelo auxílio dado durante o programa de doutoramento realizado.

Aos Professores Coorientadores, Dr. Amauri Simioni e Dr. Honório Roberto Santos, pela análise e comentário efetuados sobre o presente trabalho.

Aos membros da Banca Examinadora convidados, Dr. Amantino Ramos e Freitas e Dr. Rubens Dias Humphreys, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, pelo interesse e tempo dedicados na avaliação do presente trabalho e na participação da banca examinadora.

CONTEÚDO

	PÁGINA
1 - INTRODUÇÃO	01
2 - OBJETIVOS	03
3 - JUSTIFICATIVAS	04
4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	05
4.1 - ENSAIOS BIOLÓGICOS	05
4.1.1 - Ensaio Biológico com o Objetivo de Selecionar Produtos Preservativos para Fungos Deterioradores	05
4.1.2 - Ensaio Biológico com o Objetivo de Selecionar Produtos Preservativos contra Fungos Manchadores e de Bolor	13
4.1.2.1 - Ensaio de laboratório	14
4.1.2.2 - Testes pilotos	18
4.1.2.3 - Testes de campo	22
4.2 - FATORES QUE INFLUENCIAM NA PERFORMANCE DE TRATAMENTOS PRESERVATIVOS CONTRA FUNGOS MANCHADORES E DE BOLOR	22
4.2.1 - Fatores Inerentes ao Meio Ambiente	22
4.2.2 - Fatores Inerentes aos Microorganismos	23
4.2.3 - Fatores Inerentes à Madeira	24
4.2.4 - Fatores Inerentes ao Produto Preservativo	26

	PÁGINA
5 - MATERIAIS E MÉTODOS	29
5.1 - EXPERIMENTO DE CAMPO	29
5.2 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO	41
5.2.1 - Ensaio Biológicos para a Avaliação de Produtos Quanto a Difusibilidade na Madeira	42
5.2.1.1 - Ensaio efetuado com madeira sã, inoculada antes do tratamento preservativo	42
5.2.1.2 - Ensaio efetuado com fatias de madeira sã tratadas, seccionadas e inoculadas nas seções transversais	46
5.2.2 - Ensaio Biológico para o Controle de Qualidade de Produtos Preservativos	48
6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	60
6.1 - EXPERIMENTO DE CAMPO	60
6.1.1 - Avaliações sobre a Superfície Bruta da Madeira	60
6.1.2 - Avaliações sobre a Superfície da Madeira, após a Retirada de Fina Camada por Meio de Plaina .	80
6.2 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO	87
6.2.1 - Ensaio Biológicos para a Avaliação de Produtos Preservativos, Quanto a sua Difusibilidade na Madeira	87
6.2.1.1 - Ensaio efetuado com madeira sã , inoculada antes do tratamento preservativo	87
6.2.1.2 - Ensaio Efetuado com Peças de Madeira sã Tratadas, Seccionadas e Inoculadas nas Seções Transversais	91

	PÁGINA
6.2.2 - Ensaio Biológico para o Controle de Qualidade de Produtos Preservativos	92
7 - CONCLUSÕES	104
7.1 - EXPERIMENTO DE CAMPO	104
7.2 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO	107
7.2.1 - Ensaio Biológicos para a Avaliação da Difusibi- lidade dos Produtos na Madeira	107
7.2.1.1 - Ensaio efetuado com madeira sã, inoculada an- tes do tratamento preservativo	107
7.2.1.2 - Ensaio efetuado com peças de madeira sã trata- das, seccionadas e inoculadas nas seções trans- versais	109
7.2.2 - Ensaio Biológico para o Controle de Qualidade de Produtos Preservativos	109
8 - RECOMENDAÇÕES	112
8.1 - EXPERIMENTO DE CAMPO	112
8.2 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO	119
8.2.1 - Ensaio Biológicos para a Avaliação da Difusibi- lidade dos Produtos na Madeira	
8.2.1.1 - Ensaio efetuado com madeira sã, inoculada an- tes do tratamento preservativo	119
8.2.1.2 - Ensaio biológico para a inspeção da qualidade de produtos preservativos	120

	PÁGINA
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
. APÊNDICE I	125
. APÊNDICE II	138
. APÊNDICE III	148
. APÊNDICE IV	155

RELAÇÃO DE TABELAS

NÚMERO		PÁGINA
01	MAPA DOS RESULTADOS DO EXPERIMENTO DE CAMPO, PARA AS TRÊS FORMAS DE CORTE DA MADEIRA, OS TRÊS PRODUTOS PRESERVATIVOS E O GRAU DE ATAQUE À MADEIRA	64
02	ORDEM DO GRAU DE EFICIÊNCIA NA PROTEÇÃO DA MADEIRA ENTRE PILHAS, POR CAMADA E PRODUTO PRESERVATIVO, E ENTRE PRODUTOS, POR CAMADA E PILHA DE MADEIRA	66
03	ORDEM DE EFICIÊNCIA DOS PRODUTOS PRESERVATIVOS UTILIZADOS/CONCENTRAÇÕES ADOTADAS, NA PROTEÇÃO DA MADEIRA CONTRA FUNGOS MANCHADORES	74
04	MAPA DOS RESULTADOS, PELA REAVALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO DE CAMPO, PARA AS TRÊS FORMAS DE CORTE DA MADEIRA, OS TRÊS PRODUTOS PRESERVATIVOS E O GRAU DE ATAQUE À MADEIRA	82
05	ORDEM DO GRAU DE EFICIÊNCIA NA PROTEÇÃO DA MADEIRA, AVALIADA SEM E COM LIMPEZA DA SUPERFÍCIE DAS PEÇAS, POR PILHA E ENTRE PRODUTOS PRESERVATIVOS/CONCENTRAÇÕES, PARA A PRIMEIRA CAMADA DAS PILHAS	83
06	ORDEM DE EFICIÊNCIA DOS PRODUTOS PRESERVATIVOS/CONCENTRAÇÕES, NA PROTEÇÃO DA MADEIRA CONTRA FUNGOS MANCHADORES, POR AVALIAÇÕES SEM E COM LIMPEZA DA SUPERFÍCIE DA MADEIRA	85
07	COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO (R^2), OBTIDOS PELO CÁLCULO DE REGRESSÃO, ENTRE OS PRODUTOS/CONCENTRAÇÕES UTILIZADOS NO ENSAIO BIOLÓGICO E A RESPOSTA DADA PELO FUNGO <i>Aspergillus niger</i>	93
08	COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO (R^2), OBTIDOS PELO CÁLCULO DE REGRESSÃO, ENTRE OS PRODUTOS/CONCENTRAÇÕES UTILIZADOS NO ENSAIO BIOLÓGICO E A RESPOSTA DADA PELO FUNGO <i>Tricoderma</i> sp	94

NÚMERO		PÁGINA
09	MELHORES RESULTADOS OBTIDOS PELO ENSAIO BIOLÓGICO, PARA O CONTROLE DE QUALIDADE DE PRODUTOS PRESERVATIVOS, EFETUADO COM OS FUNGOS <i>Aspergillus niger</i> e <i>Tricoderma</i> sp	98
10	COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO (R^2), OBTIDOS PELO CÁLCULO DE REGRESSÃO, ENTRE OS PRODUTOS/CONCENTRAÇÕES E A RESPOSTA DADA PELO FUNGO TESTE <i>A.niger</i> - CONDIÇÕES DO TESTE SIMILARES ÀS INDUSTRIAIS	103

RELAÇÃO DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
01	TIPOS DE ORIENTAÇÃO DE CORTE LA MADEIRA E POSIÇÕES DAS PEÇAS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO..	34
02	FORMA DE EMPILHAMENTO DA MADEIRA NO PÁTIO DE SECAGEM, OBJETIVANDO SIMULAR A SITUAÇÃO MAIS FAVORÁVEL AO DESENVOLVIMENTO DE FUNGOS MANCHADORES E DE BOLOR	36
03	REPRESENTAÇÃO DE UMA PILHA DE PEÇAS E TÁBUAS, MONTADAS PARA O EXPERIMENTO DE CAMPO - AS PEÇAS DO EXPERIMENTO SÃO DESTACADAS PELO DESENHO QUE DIFERENCIA OS LENHOS DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO	38
04	FORMA DE SECCIONAMENTO DAS PEÇAS DE MADEIRA TRATADAS, PARA A PREPARAÇÃO DE CORPOS-DE-PROVA PARA O ENSAIO BIOLÓGICO	47
05	DIFERENTES PASSOS DA METODOLOGIA ADOTADA EM LABORATÓRIO	51
06	FORMA DE AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DADA PELO FUNGO RESPOSTA	54
07	ATAQUE À MADEIRA POR FUNGOS DE BOLOR, LIMITADO A SUPERFÍCIE DA MADEIRA	88
08	CURVAS DESCRITAS PELAS RESPOSTAS DO FUNGO <i>Aspergillus niger</i> E DAS CONCENTRAÇÕES DE INGREDIENTE ATIVO, DE SOLUÇÕES CONTENDO PENTACLOROFENATO DE SÓDIO (Na-PCP) e PENTACLOROFENATO DE SÓDIO MAIS BÓRAX (1:1,5)	100

FIGURA		PÁGINA
09	EFEITO DO TEMPO DE INCUBAÇÃO SOBRE A RESPOSTA DADA PELO FUNGO <i>A.niger</i> E PELAS CONCENTRAÇÕES DE INGREDIENTES ATIVOS EM SOLUÇÕES CONTENDO PENTACLOROFENATO DE SÓDIO (Na-PCP) E PENTACLOROFENATO DE SÓDIO MAIS BÓRAX (1:1,5) ..	101
10	ATAQUE INICIADO PELO TOPO DA TORA, COM PROPAGÇÃO DO FUNGO PARALELAMENTE À GRÃ DA MADEIRA	116
11	ATAQUE AO TECIDO LENHOSO CIRCUNVIZINHO A NÓS, COM PROPAGÇÃO DO FUNGO PREDOMINANTEMENTE ACOMPANHANDO A GRÃ DA MADEIRA	117
12	ATAQUE LOCALIZADO, NA REGIÃO DOS SEPARADORES, COM PROPAGÇÃO DO FUNGO PARALELA E PERPENDICULARMENTE À GRÃ DA MADEIRA	118

RESUMO

O presente trabalho foi efetuado para avaliar e exemplificar o uso de novas metodologias de ensaios de campo e de laboratório, propostas para a seleção e controle de qualidade de produtos, empregados na prevenção do ataque de fungos de bolor e manchadores na madeira.

As avaliações sobre o método proposto para a execução do ensaio de campo, permitiram concluir que ele pode ser usado com sucesso. Todavia, várias particularidades deverão ser consideradas, para que os resultados a serem obtidos sejam representativos às situações práticas de interesse.

As particularidades supracitadas, indispensáveis para a obtenção de resultados válidos, referem-se principalmente ao local e ao procedimento de instalação do ensaio, à forma de corte e de empilhamento das peças de madeira, à posição das peças na pilha formada e à forma de avaliação e de interpretação dos resultados.

Entre os três métodos de laboratório, propostos para o controle de qualidade de produtos preservativos, dois deles não atingiram os objetivos, por não apresentarem resultados que permitissem avaliações sobre a difusibilidade dos produtos empregados. No entanto, eles possibilitaram que se observasse uma drástica redução na velocidade de secagem da madeira atacada pelo fungo *Tricoderma* sp e a formulação de várias hipóteses de importância, as quais possivelmente possam servir de base para explicar melhor a forma de ataque de fungos manchadores na madeira, e/ou a sua inibição pelos fungos de bolor *Tricoderma* sp.

Apesar dos resultados terem fugido às expectativas, concluiu-se que a difusibilidade de soluções preservativas na madeira poderá ser avaliada mas, para que isto seja possível, primeiramente será necessário o desenvolvimento de um método padrão, que estabeleça uma forma de incubação adequada. Este método, deverá permitir o rápido desenvolvimento de fungos manchadores na madeira, a profundidades superiores às que as soluções preservativas possam se difundir, a ponto de inibi-los.

De forma geral, o terceiro método proposto apresentou-se como um ótimo recurso para controlar a qualidade de produtos preservativos.

Os coeficientes de determinação selecionados, das equações de regressão testadas para as concentrações dos produtos/compostos utilizados, versus as respostas dadas pelo fungo teste, variaram de 0,935 a 0,984 nos ensaios com o fungo *Aspergillus niger*, e de 0,944 a 0,991 nos ensaios onde o fungo *Tricoderma* sp foi utilizado. Estes resultados demonstraram que existe um excelente grau de ajustamento, dos dados resultantes do relacionamento entre as variáveis avaliadas e as curvas descritas pelas equações.

Pela execução deste método em situações industriais simuladas, observou-se um pequeno decréscimo dos coeficientes de determinação, em relação aos obtidos a nível de laboratório mas, satisfatórios para a conferência ou aferição da concentração de produtos/compostos preservativos, observações e análises sobre interações entre os componentes de produtos/compostos e, conseqüentemente, para confirmação da formulação destes produtos/compostos, quando os seus componentes interagirem entre si.

SUMMARY

This research work was executed to evaluate and exemplify the use of new methods of field and laboratory essays. They were proposed to the selection and quality control of wood preservatives, to prevent sapstain and mould fungi attack.

The evaluations of the field essay method proposed, showed that it may be used successfully. However, some particularities must be considered to obtain representative results for practical situations.

The particularities cited before, refer principally to the local conditions of the essay and the proceedings adopted for its installation, as for instance the orientation of annual rings in the sawn wood, the position of wooden pieces in the pile and the evaluation and interpretation of the results obtained.

Among the laboratory methods. proposed for quality control of preservative products, two of them did not satisfy because the results did not allow evaluations on the difusiseness. However they showed a drastic reduction on the wood drying velocity, when attacked by *Tricoderma* sp., fungus.

Besides, these results allowed the formulation of some important hipotesis, which probably may be useful for better explanation of staining fungus attack and its inhibition by the mould fungus *Tricoderma* sp.

Even the results being not as satisfactory as expected, the diffusion of preservative solutions into the wood could be evaluated but, firstly, it would be necessary to develop a standard

method for adequate incubation. It should permit the fast growth of staining fungi within wood, to a deepness that preservative solutions could not reach.

In general, the third laboratory method proposed seems to be an optimum instrument to control quality of preservative products.

The determination coefficients, from regression equations tested, varied from 0,935 to 0,984 for essays with *Aspergillus niger* fungus and from 0,944 to 0,991 for essays where *Tricoderma* sp fungus has been used. These results present an excellent degree of adjustment of the resulting data, from the relationship between the evaluated variables and the curves described by the equations.

By the execution of this method in a simulated industrial situation, a small decrease of the determination coefficients was observed, related to those results obtained in laboratory work. However, they are satisfactory to compare or adjust the concentration of products, to observe and analyze interactions among components of products, as well as to observe if commercial products have their formulae altered.

1 - INTRODUÇÃO

Fungos de bolor e manchadores são agentes biológicos que causam danos estéticos à madeira de alburno de algumas espécies, em curto prazo de tempo, atacando-as imediatamente após o abate das árvores, durante o tempo de armazenamento das toras no campo e na indústria, no pátio de secagem da madeira serrada e, também, após a secagem quando reumidificadas.

Como resultado da rápida instalação e desenvolvimento destes microorganismos na madeira, ocorre a sua desvalorização a curto prazo de tempo, pela descoloração da madeira. Os fungos de bolor, apesar de não afetarem a madeira com tanta intensidade em aspecto, torna-a mais higroscópica, além de causar outros efeitos indesejáveis de menor importância.

As empresas madeireiras necessitam aplicar em madeiras suscetíveis, produtos preservativos adequados para garantir proteção contra os fungos que ameaçam a sua qualidade final. No entanto, uma limitação encontrada hoje, é a restrição do uso de produtos organo-clorados, em especial o pentaclorofenol e seu sal hidrossolúvel pentaclorofenato de sódio, que há décadas vem sendo usado com grande eficácia para esta finalidade.

As exigências por parte dos países importadores de madeiras, sobre o uso de produtos alternativos aos organo-clorados, tem impossibilitado muitas empresas nacionais, colocarem seus produtos no mercado externo. Esta situação, é normalmente criada pela menor eficiência dos produtos alternativos comerciais existentes, pelas condições climáticas brasileiras não permitirem igual proteção dada por estes produtos em países de clima temperado, pela existência de fungos

manchadores e de bolor tolerantes a estes produtos, pela grande heterogeneidade nos delineamentos de experimentos efetuados para a seleção de produtos/determinação da concentração de princípios ativos a serem usados, pela falta de critérios na interpretação dos resultados e pela contínua variação das formulações comerciais, da maior parte dos produtos preservativos no mercado.

A execução de testes para a seleção de produtos preservativos, bem como para a determinação da concentração de um dado produto para inibir o desenvolvimento de agentes biológicos sobre a madeira, é sem dúvida necessária. No entanto, para que se obtenham resultados válidos, é indispensável que os testes sejam efetuados segundo uma metodologia cientificamente correta, e seus resultados analisados de forma criteriosa, para que se evitem problemas advindos de má interpretação, que normalmente redundam na perda das informações que se pretende adquirir ou, ainda pior, no uso de resultados falsos, que inevitavelmente aumentam os prejuízos do setor madeireiro.

2 - OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo, propor uma metodologia de ensaio para a seleção comparativa de produtos preservativos aplicados à madeira no estado verde, usados na prevenção do ataque de fungos manchadores e de bolor.

A metodologia proposta, visou a eliminação de variáveis normalmente negligenciadas no planejamento deste tipo de ensaio que, por afetarem a resposta relacionada à qualidade dos produtos, geram resultados confusos e sem utilidade prática.

Adicionalmente ao objetivo principal deste trabalho, pretendeu-se desenvolver metodologias a nível de laboratório, compatíveis com as condições industriais, de ensaios rotineiros rápidos, para possibilitar que o empresário possa assegurar-se da qualidade do produto antes de sua aplicação na madeira.

3 - JUSTIFICATIVAS

Apesar que a maior parte das indústrias madeireiras e empresas que manipulam produtos preservativos, se utilizem de ensaios biológicos para a seleção de produtos fungicidas destinados a proteção de madeiras, os resultados normalmente os levam a confusão, pela dificuldade de interpretá-los. Estas dificuldades, são normalmente geradas pela existência de mais de uma variável biológica em jogo (fungos e madeira), por variações da própria madeira, variações de posicionamento das peças de madeira na pilha, entre outras, ao passo que, apenas a ocorrência ou não de fungos e a porcentagem de ocorrência, são as formas de avaliação.

O desenvolvimento e o uso de uma metodologia de ensaio, que represente a situação mais próxima da de campo no setor industrial madeireiro é imperiosa, para que se possa garantir a qualidade final do produto obtido. Para tanto, há também a necessidade que se estabeleçam critérios de avaliação corretos, que permitam a análise do material alocado no experimento, de forma aceitável no ponto de vista científico.

4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 - ENSAIOS BIOLÓGICOS

Ensaio biológico para a seleção de produtos que protejam a madeira contra fungos, tem sido executados intensivamente em todo o mundo. No entanto, a existência de variações entre os recursos utilizados, as formas de instalação dos experimentos e de avaliação dos resultados, nos permitem apenas ter uma vaga idéia da eficiência dos produtos ou, em alguns casos, aceitá-la com várias restrições.

Apesar que os objetivos destes ensaios tenham um ponto em comum, para classificar produtos e/ou compostos fungicidas segundo os seus graus de eficiência na proteção da madeira, analisar a ocorrência ou não de interações entre eles, ou detectar a existência de um elemento ou composto na madeira, os produtos fungicidas podem ser discriminados em função do uso final da madeira tratada, ou do tipo de tratamento a ser adotado, segundo os tipos de fungos a que a madeira é suscetível e da situação em que ela se encontrará após o tratamento preservativo.

4.1.1 - Ensaio Biológico com o Objetivo de Selecionar Produtos Preservativos para Fungos Deterioradores

Os ensaios mais usuais para esta finalidade são os de degradação acelerada da madeira, onde os produtos preservativos são comparados pela menor quantidade de preservativos impregnados na madeira seca, necessária para inibir o desenvolvimento de um fungo em particular, ou de uma mistura de fungos inoculada em uma espécie de madeira, nas condições de laboratório em que o experimento é executado.

Outros tipos de ensaios também são utilizados, como o de inibição do crescimento de fungos, que utiliza quantidades variáveis de princípios ativos misturados a um meio de cultura para fungos, Linderborg¹⁴, ou para observações sobre a limitação do crescimento de fungos inoculados no meio de cultura, por efeito dos ingredientes ativos colocados para se difundir a partir de um certo ponto deste meio nutritivo. No entanto, Stler²⁷ comenta que testes de concentração mínima para inibição, ou testes de difusão em ágar, são usuais para uma seleção preliminar, com a finalidade de observar a atividade geral do fungicida, mas eles não são adequados para a determinação do limite tóxico para fungos deterioradores.

De forma geral, resultados de testes de laboratório não podem ser extrapolados para qualquer outra situação, limitando-se a fornecer informações entre produtos, apenas àquela situação específica, Hedley e Butcher¹¹. Como exemplo de maior importância, a variação de espécies e linhagens dentro de espécies de fungos, por região geográfica, é um fato indiscutível.

Pelas razões acima, Cserjasi² afirma que quando se desenvolve um método para avaliar produtos preservativos, ele deverá simular condições de serviços, usando fungos e madeira para a área física geográfica de exposição desta madeira. Wazny e Greaves²⁹, não somente fazem menção que os fungos e madeiras deveriam ser oriundos da região geográfica de interesse, mas recomendam também que os fungos a serem incluídos no teste, possuam tolerância aos fungicidas a serem testados.

No trabalho publicado por Wazny e Greaves²⁹, os autores citam que uma grande variação pode ser observada entre raças de fungos provenientes de uma mesma região geográfica, bem como entre raças de zonas climática-geográfica diferentes. Por tal razão, eles propuseram a organização de uma fonte de culturas de raças puras, a serem usadas como organismos teste em ensaios biológicos para preservativos de madeira. Contudo, eles reconhecem que a escolha de fungos possa ser ditada por necessidades locais.

Além dos métodos empregados com a finalidade de selecionar produtos preservativos, outros foram desenvolvidos para verificar a existência ou não de produtos tóxicos na madeira, determinar a quantidade destes produtos na madeira, e observar a sensibilidade de fungos a produtos ou compostos utilizados na formulação de produtos preservativos (Madsen¹, Greaves⁹, Moreschi¹⁶, Moreschi e Willeitner¹⁷, Moreschi¹⁸, Schmidt e French²¹, Scheffer e Graham²³, Sheffer e Wallace²⁶), entre outros.

Scheffer e Graham²³ descreveram um método biológico para estimar a proteção de postes instalados, dada com tratamento por aspersão de solução a base de pentaclorofenol a 10%, há 10-15 anos antes da execução do teste.

Os autores se utilizaram de amostras de madeira obtidas de postes tratados, deitando-as sobre um meio de cultura a base de ágar, inoculados com o fungo *Poria placenta*.

As avaliações foram feitas em termos de zona de inibição de crescimento do fungo, atribuída a difusão do preservativo residual no meio de cultura.

Scheffer e Lew²⁴ descreveram então uma técnica de ensaio biológico, objetivando o relacionamento da inibição do crescimento linear de fungos degradadores em meio nutritivo, com a retenção do pentaclorofenol em amostras de madeira tratada. Neste trabalho, os autores também investigam a possibilidade de usar esta metodologia para outros preservativos e concluíram que, além da existência de uma relação quantificável entre o retardamento do crescimento do fungo *Poria placenta* e a retenção do pentaclofenol, ela também existe para os preservativos arseniato de cobre amoniacal e arseniato de cobre cromatado.

Com o mesmo ensaio biológico, mas com o fungo *Aspergillus niger*, Scheffer e Wallace²⁶ verificaram a existência de pentaclofenol em pequenas quantidades, ainda proporcionando proteção a painéis experimentais de cinco espécies de madeira, expostos ao tempo por um período de 22 a 23 anos.

O ensaio biológico consistiu em inocular o meio de cultura a base de dextrose de batata e ágar, com uma suspensão de esporos do fungo *Aspergillus niger*, e colocar amostras dos painéis em contato com o ágar. A resposta do fungo, ao pentaclorofenol, foi diferente as dos fungos deterioradores usados em pesquisas anteriores, com o desenvolvimento do micélio até próximo das amostras de madeira tratada, mas com uma região onde ocorreu a inibição da maturação dos esporos do fungo, a ponto de esporular.

Scheffer e Laurence²⁵, usando o mesmo método de ensaio biológico com o fungo *Aspergillus niger*, observaram que a resposta do fungo era relacionada com a quantidade de pentaclofenol e do óxido de estanho tributílico existente na madeira de alburno de *Pinus* sp. O fungo *Aspergillus niger* exi

biu maior tolerância aos preservativos, que o fungo deteriorador *Gloeophyllum trabeum* e o da mancha azul *Aureobasidium pullulan*, incluídos no trabalho para fins de comparação.

Segundo os autores, o fungo *Aspergillus niger* oferece duas vantagens sobre o fungo *Poria placenta*, quais sejam:

- a) O Fungo *A.niger* produz esporos em abundância e proporção na que as inoculações por suspensão de esporos sejam feitas com uniformidade, rapidez e em toda a superfície do meio de cultura e;
- b) Que quantidades de pentaclorofenol insuficientes para retardar o crescimento do fungo *Poria placenta* no ensaio biológico, tornam a cor do fungo *Aspergillus niger* mais clara, que em massa tornaria-se de cor preta intensa, evidenciando assim uma resposta mensurável.

Neste ensaio, foi observado que a resposta do fungo *A.niger* foi de maior grandeza para o óxido de estanho tributílico que para o pentaclorofenol, o que levou os autores a crerem que a resposta do fungo estaria, provavelmente, relacionada a difusibilidade e não a toxicidade do óxido de estanho tributílico.

Nas conclusões deste trabalho, apontou-se a possibilidade que as seguintes vantagens adicionais possam ser alcançadas pela utilização do fungo *A.niger*, em relação aos fungos manchadores e de podridão utilizados:

- a) Maneiras mais rápidas de seleção de preservativos, e;
- b) Conhecer a capacidade de qualquer madeira tratada, livre do contacto com o solo, de resistir a infecção de esporos por fungos de podridão e manchadores.

Greaves⁹, utilizando a técnica do papel filtro, que foi usada em programas de seleção de produtos preservativos potenciais por Dickinson (1974) e Bravery e Cary (1977), entre outros, avaliou a toxicidade e a combinação toxicidade-difusibilidade de formulações preservativas.

Por esta técnica, papéis filtro foram impregnados homogeneamente com soluções a concentrações conhecidas. Depois eles foram secados e inoculados, mergulhando-os em uma suspensão de esporos contendo uma cultura pura ou misturada de fungos de podridão mole. A incubação foi feita deitando os papéis-filtro diretamente sobre o meio de cultura (ágar), ou sobre bastões de vidro como suporte, acima do ágar.

Por observações sobre o desenvolvimento biológico em intervalos de tempo regulares nos papéis-filtro tratados, o autor afirmou que a avaliação dos fungicidas, versus a atividade dos produtos sobre os fungos, pode ser efetuada. Ele acrescentou que em alguns casos isto pode ser importante, uma vez que a formulação pode ser reduzida a níveis sub-tóxicos, como por difusão do produto para fora do ponto de infecção biológica, com recomeço do ataque.

Sutler²⁷, utilizando um método similar ao de Greaves⁹, mas com pequenos pedaços de madeira, concluiu que a técnica utilizada, foi uma forma rápida e adequada de avaliar produtos para o controle de fungos degradadores. Segundo o autor, o método também pode ser aplicado para testes comparativos entre formulações de produtos preservativos, para a obtenção de limites tóxicos bem relacionados com valores obtidos por métodos padrões.

Em resumo, a técnica utilizada por Sutler²⁷, consistiu na obtenção de "cavacos" transversalmente à grã da madeira, no tratamento por impregnação a níveis de concentração diferentes, na secagem dos corpos de prova e na exposição do material tratado a fungos deterioradores, acondicionados em umidade relativa saturada e a 25 - 26°C.

Os corpos de prova foram colocados sobre o micélio dos fungos, cultivados em placas de Petri com 90 mm de diâmetro, sobre um meio de cultura a base de ágar, maltose e peptona. Entre o meio de cultura e os corpos de prova, foi deixada uma distância de 5 mm, usando-se anéis de vidro como separadores.

As atividades dos fungicidas foram determinadas em função da retenção, por produto preservativo utilizado.

Moreschi¹⁶, testou corpos de prova confeccionados de onze espécies de madeira, tratados em vários níveis de retenção com soluções preservativas de pentaclorofenol e de arseniato de cobre cromatado (CCA-A). Na fase preliminar do experimento, objetivou-se selecionar entre os fungos *Aspergillus niger*, *Gloeophyllum trabeum*, *Coriolus versicolor* e *Poria placenta*, o mais apropriado para ensaios biológicos com os preservativos empregados. Nesta fase, todas as inoculações foram feitas por esporos do fungo *A.niger* em suspensão, ou por hifas fragmentadas em suspensão para os demais fungos.

Os resultados obtidos no experimento preliminar, indicaram que o fungo *A.niger* foi o mais apropriado para este tipo de ensaio, tendo em vista a simetria das respostas apresentadas, a ausência de contaminação do meio de cultura e a maior facilidade de avaliação destas respostas.

No experimento complementar, a inoculação por polvilhamento de esporos foi usada com vantagens, obtendo-se respostas relativamente bem relacionadas com a retenção do pentaclorofenol para todas as espécies de madeira utilizadas. Para madeiras tratadas com o preservativo CCA, apenas três das onze espécies de madeira apresentaram resultados similares.

Moreschi e Willeitner¹⁷ testaram o método descrito por Moreschi¹⁶, com madeira de *Pinus sylvestris* tratada com os preservativos hidrossolúveis CCF e CCB, 6 meses e 5 anos antes da execução do experimento, respectivamente. Além da avaliação da metodologia, o experimento visou também determinar que face anatômica da madeira deveria ficar em contacto com o meio de cultura, durante o desenvolvimento do ensaio biológico.

Observações efetuadas entre as retenções dos preservativos e dos elementos químicos que os compõe, determinados por espectrometria, versus as respostas apresentadas pelo fungo, foram consideradas excelentes, embora houvessem diferenças entre os tipos de respostas para os dois preservativos utilizados.

A melhor face anatômica da madeira, a entrar em contacto com o meio de cultura, foi a transversal, por apresentar a resposta do fungo com maior dimensão e com melhor relacionamento à retenção dos preservativos, ou princípios ativos destes preservativos.

Schmidt e French²², utilizaram dois métodos diferentes para testar sete fungicidas comerciais. O primeiro consistiu no tratamento de amostras de compensados com soluções preservativas, seguindo-se a inoculação com suspensão de esporos de

Aspergillus niger, *Aureobasidium pullulans* ou *Cladosporium cladosporioides* e incubação por seis semanas a 24-28° C em frascos fechados.

No segundo método os autores colocaram discos de meio de cultura ágar-ágar sobre amostras de compensados, que foram posteriormente inoculados com uma suspensão contendo esporos dos três fungos utilizados no primeiro método, mais esporos do fungo *Aspergillus flavus*.

Após 48 horas da inoculação, foram feitas observações visuais e concluiu-se que os dois métodos apresentaram resultados similares, com vantagens em rapidez pelo uso do segundo método mencionado.

4.1.2 - Ensaaios Biológicos com o Objetivo de Selecionar Produtos Preservativos contra Fungos Manchadores e de Bolor

Vários são os tipos de ensaios e critérios de avaliação adotados para a seleção de produtos preservativos, utilizados para a proteção temporária da madeira.

Entre os testes mais comuns para esta finalidade, o de campo é o único recomendado para a obtenção de resultados confiáveis, observadas as variáveis que representem as situações locais de interesse. No entanto, por se tratar de uma opção de execução trabalhosa e que envolve a desvalorização de uma grande quantidade da madeira utilizada no experimento, a prática mais conveniente e adotada é a de testes preliminares, que simulem da melhor forma possível a situação de campo, sem excessivo trabalho e custo de execução. Por outro lado, com a finalidade de tirar maior proveito dos testes preliminares, no que tange a pré-seleção de produtos,

escolha da faixa de concentração a ser adotada por produto, etc., uma prévia execução de testes de laboratório é indispensável.

4.1.2.1 - Ensaaios de laboratório

Os métodos de laboratório empregados para as avaliações de produtos preservativos para fungos manchadores e de bolor são muito variáveis, existindo desde os simples, para seleção preliminar de produtos e/ou compostos que tenham poder fungicida em potencial, até os mais trabalhosos, onde se procuram simular as situações reais em que a madeira ficará após o tratamento, para a seleção de produtos/compostos já conhecidos, ou um estudo mais complexo entre eles.

Linderborg¹⁴ testou várias formulações para encontrar um produto alternativo ao pentaclorofenato de sódio. Na seleção preliminar, os produtos foram testados pela "técnica de diluição em agar", com o fungo *Aureobasidium pullulans* como organismo teste. Depois desta seleção, procederam-se testes de laboratório em madeira, para então testar as formulações a nível de campo em situações geográficas diferentes, para confirmação dos resultados obtidos em laboratório.

Pode-se concluir que esta seria uma estratégia de pesquisa correta, onde produtos menos eficazes seriam descartados na seleção preliminar e, os mais eficazes, comparados em diferentes condições de campo para uma seleção mais adequada. No entanto, apesar dos resultados de laboratório serem muitas vezes confirmados por ensaios de campo, existe a possibilidade de descartar produtos com excelente desempenho em serviço, haja visto que as condições de laboratório não poderiam representar as de campo. Consequentemente, a recíproca também é verdadeira.

Isto pode ser exemplificado pelas observações de Schmidt e French²¹, de experimentos para a seleção de produtos preservativos por dois métodos diferentes:

- a) Onde um disco de ágar foi fundido na superfície da madeira tratada e a germinação de esporos de fungos mancha dores e de bolor foi avaliada e;
- b) Onde corpos-de-prova de compensados foram tratados, inoculados e suspensos sobre água em recipiente fechado, até os fungos se desenvolverem para a avaliação dos resul tados.

Os autores concluíram que os dois métodos deram essencialmente o mesmo resultado, porém com excessão para um tratamento que não demonstrou boa performance, mas se conhece ser eficiente em serviço.

Da mesma forma, Dickinson observou que ensaios na escala comercial, instalados em dois sítios no Sul da Inglaterra e um sítio na Suécia, levaram a uma conclusão diferente às de laboratório. Os ensaios foram efetuados com blocos de madei ra de Pinus sylvestris, tratados em vários níveis de concentração por imersão e, então, inoculados com uma suspensão contendo esporos de vários tipos de fungos de mancha azul e de bolor. O que ocasionou diferenças nos resultados dos testes, foi o fato do ácido propiônico ter demonstrado alta eficiência em laboratório mas, no campo a sua eficiência não foi verificada para fungos de mancha azul.

Nas discussões sobre os testes de campo, os autores comentam que uma grande quantidade de espécies de gungos foi observada na madeira, diferindo de sítio para sítio. Comentam

também, que nas condições de campo, fungos resistentes irão desenvolver seletivamente, sendo esta uma situação muito difícil de ser simulada em laboratório.

Segundo Wazny e Greaves¹⁹, a toxicidade de um produto preservativo não depende apenas da espécie do fungo teste, mas também da linhagem da espécie usada. Na introdução do trabalho, os autores dizem ser óbvio que as pesquisas deveriam ser feitas com fungos mais apropriados para a região geográfica de interesse, bem como os que possuíssem tolerância aos fungicidas a serem testados.

Cserjesi², por outro lado, cita que quando se desenvolve um método para avaliar preservativos químicos, ele deverá simular as condições de serviço, usando fungos e madeira para a área física e geográfica de exposição da madeira. Das madeiras locais existentes, o autor recomenda a mais suscetível aos agentes biológicos, independentemente do seu valor comercial.

Um outro tipo de ensaio biológico a nível de laboratório, foi usado por Edlund e Henningsson⁸, e Hayward et alii¹⁰, os quais usaram seções transversais de pequenos diâmetros, de árvores jovens de *Pinus* sp.

Hayward et alii¹⁰ avaliaram 49 misturas de fungicidas para prevenir o ataque de fungos manchadores e de bolor, pelo uso de madeira recém abatida de *Pinus radiata* com 2 a 3 anos de idade (seções transversais com cerca de 50 mm de diâmetro e 10 mm de espessura). A madeira foi cortada, tratada e inoculada por suspensão de esporos, dentro de 8 horas do abate das árvores. Depois, as seções transversais foram acondicionadas em caixas plásticas contendo água no fundo para manter a umidade, e incubadas a 25° C por três semanas. Ma-

deira sem tratamento também foi incluída no teste como testemunha. A avaliação foi feita visualmente, classificando os produtos dentro de uma escala variando de 0 a 4 (livre de ataque à severamente atacada).

Edlund e Hammingsson⁸ procederam o mesmo teste, com seções transversais de 3 a 5 cm de diâmetro e 0,7 cm de espessura. Os autores afirmaram que, desde que cada produto preservativo foi testado por um grande número de vezes, e tendo sido o pentaclorofenato de sódio incluído como referência, é possível fazer comparações bem fundamentadas sobre a eficácia de vários preservativos. No entanto, os autores lembram que deve-se ter em mente, que o método usado é de laboratório, com pequenas amostras de madeira e um número de fungos selecionados, sob condições de temperatura e umidade relativa específicas.

Ainda, os autores citam que sabe-se, por experiência, que produtos que tem tendência pronunciada a se difundir, irão mostrar um efeito de proteção melhor nos testes de laboratório que na prática, devido ao menor volume de madeira empregado em testes de laboratório.

Berg-Madsen¹, com opinião idêntica à dos autores acima, afirma que testes de laboratório para fungos manchadores, empregam um número de espécies limitado, com possibilidade de erros generalizados nos resultados. Para evitar este tipo de problema, ele recomenda a seleção de preservativos por testes de campo, com um grande número de produtos.

4.1.2.2 - Testes pilotos

Da mesma forma que nos testes de laboratório, existem várias diferenças entre os testes piloto adotados para avaliar produtos preservativos, bem como nos critérios de avaliação. Contudo, eles podem representar melhor as situações reais de exposição da madeira tratada, se o delineamento do experimento e os critérios de avaliação forem bem definidos, para atingir os objetivos a que eles se destinam.

O ataque de fungos manchadores e de bolor poderá ocorrer em várias situações em que a madeira possa se encontrar, e experimentos específicos deverão ser feitos para cada caso em particular.

De uma forma geral, é usual a simulação da condição mais favorável para o desenvolvimento de fungos na madeira durante o teste. Isto pode ser observado nos trabalhos de Cserjesi *it alli*³, Drysdale⁶, Linderborg¹⁴, Hulme¹², Drysdale⁷ e Roff e Cserjesi²⁰.

Todos os autores supra-citados, mais Milano e Viana Neto¹⁵ e Leightlay¹³, utilizaram madeira recém serrada, livre do ataque de fungos para a execução de testes pilotos. Estes últimos autores se utilizaram da madeira de *Pinus elliottii* para os testes que, segundo Leightley¹³, trata-se de uma madeira particularmente propensa a infestação de fungos depois de serrada.

Outras espécies de madeira introduzidas em testes piloto foram o *Pinus radiata* (Orman¹⁹ e Drysdale^{6,7}), *Pinus sylvestris* (Linderborg¹⁴) e Douglas Fir (Roff e Cserjesi²⁰), todos provavelmente em função da disponibilidade da espécie, suscetibilidade do material a fungos manchadores e de bolor e, par

ticularmente, do interesse na obtenção de dados para a combinação espécie florestal - espécies de fungos considerados problemas - produtos preservativos incluídos no teste.

Na execução dos testes piloto, normalmente usam-se peças de pequenas dimensões, ou pelo menos de pequeno comprimento. Isto representa maior facilidade e menor custo de execução do experimento mas, considerando as suas dimensões, não podem representar adequadamente as de tamanho comercial. Por esta razão, para simular uma situação prática, alguns autores usaram selar as seções transversais das peças (Drysedale⁷), enlear ou cobrir a pilha com material impermeável (Lindborg¹⁴, Cserjesi³ e Drysdale⁶), entre outros artifícios para manter a umidade na madeira por tempo controlado ou prolongado.

Roff e Cserjesi²⁰, mesmo utilizando tábuas com 1 e 2 polegadas de espessura por aproximadamente 2,60 m de comprimento, utilizaram tábuas para retardar a secagem do material empilhado e, assim, favorecer o desenvolvimento de fungos durante o teste.

As práticas acima citadas, utilizando o cobrimento ou enleamento das pilhas para o retardamento da secagem da madeira, simulam melhor a situação em que a madeira tratada é empilhada peça-sobre-peça, sem separadores para expedição, onde assim permanecerão por longo tempo. Cserjesi², Dickinson e Henningsson⁵ e Orman¹² efetuaram testes representando esta situação.

Enquanto vários autores preferem delinear experimentos com a inclusão de peças sem tratamento como testemunhas, para comparações entre as tratadas e não tratadas, Drysdale⁶ e

Linderborg¹⁴ usaram o método padrão denominado "miniboard", o qual compara os resultados em cada peça do experimento, entre a metade tratada e a metade não tratada.

Cserjesi et alli³, Drysdale⁶, Linderborg¹⁴ e Roff e Cserjesi²⁰ utilizaram em seus estudos, inoculações às peças de madeira, por fragmentos de hifas e/ou esporos em suspensão, de vários fungos manchadores e de bolor. Enquanto alguns destes autores não informam a espécie e procedência dos fungos inoculados, outros identificam apenas as espécies e, Roff e Cserjesi²⁰, referem-se a fungos comumente associados com os da região onde o teste foi efetuado.

Após o desenvolvimento de fungos de bolor e manchadores na madeira não tratada, incluída no experimento como tratamento testemunha, é comum iniciar a avaliação dos resultados. Normalmente as avaliações são feitas visualmente, por estimativa, periodicamente ou não, em função das condições climáticas e do tempo necessário para que a secagem da madeira se complete, ou em função do tempo de armazenamento desejado quando a mesma deverá permanecer no estado verde.

A forma de avaliação é feita pelo relacionamento da quantidade de ataque entre a madeira menos atacada com a mais atacada, usualmente dentro de uma escala gradual que inclua as peças completamente protegidas pelo tratamento preservativo, até as que não receberam nenhuma proteção, por terem sido tratadas com soluções ineficientes e/ou por não terem sido tratadas.

Alguns autores atribuem valores percentuais sobre o ataque superficial a cada peça do experimento (Drysdale⁶, Hulme¹² e Leightey¹³), outros determinam a porcentagem das peças

atacadas pelos fungos (Milano e Viana Neto¹⁵), ou apenas utilizam uma escala numérica (Scerjesi et alli³, Hayward e Duff¹⁰ e Linderborg¹⁴) para representar a intensidade de ataque na madeira.

A escala numérica comumente usada varia de 0 a 4, representando as intensidades de ataque de fungos de bolor e/ou manchadores. A exemplo do exposto, Linderborg¹⁴ especifica os valores numéricos da escala como:

- . 0 = sem crescimento de fungos;
- . 1 = alguns traços de crescimento de fungos;
- . 2 = várias colônias de fungos crescendo;
- . 3 = crescimento de fungos médio e;
- . 4 = crescimento de fungos acentuado.

Cserjesi et alli³ faz similar avaliação.

Na escala percentual, Hume¹² segrega o grau de ataque às peças de seu experimento, entre 0-5%; 5-25%; 25-50% e 50-100%.

Diferentemente dos autores acima, no teste de campo efetuado por Dickinson e Henningsson⁵, os autores preferiram adotar como base, o regulamento sueco para a exportação de madeiras, fazendo-se considerações apenas sobre a qualidade da madeira quanto ao ataque por fungos manchadores, de bolor e deterioradores.

Sobre o regulamento sueco, Edlund e Henningsson⁸ citam que na classe de qualidade da madeira, é admitido um ataque superficial que seja eliminado pela usinagem da madeira, ou que remanesçam 1 ou 2 traços após a usinagem.

Entre os autores citados, apenas Hulme¹² cita ter efetuado a limpeza das peças previamente à avaliação, pelo uso de uma plania, antes de relacionar a área das peças manchadas, entre as tratadas e não tratadas, usadas como testemunhas.

4.1.2.3 - Testes de campo

Testes de campo são efetuados segundo as práticas normais da indústria, que variam em relação das facilidades existentes para o tratamento da madeira, da espécie de madeira e tipo de material industrializado, entre outros particulares.

Hulme¹² cita que em testes de campo, madeira não tratada deve ser incluída, para que se confirme o desenvolvimento de fungos nas condições do teste, bem como de madeira tratada normalmente na linha de produção, para comparações de eficiência entre o produto usual e os produtos sendo testados.

4.2 - FATORES QUE INFLUENCIAM NA PERFORMANCE DE TRATAMENTOS PRESERVATIVOS CONTRA FUNGOS MANCHADORES E DE BOLOR

4.2.1 - Fatores Inerentes ao Meio Ambiente

No desempenho de tratamentos preservativos para prevenir o ataque de fungos na madeira, vários são os fatores associados, influenciando direta ou indiretamente.

As situações de alto teor de umidade na madeira, especialmente quando a secagem é prejudicada pela alta umidade relativa ambiental, pobre ventilação e temperatura adequada para o desenvolvimento de fungos, são as que os pesquisadores mais consideram nos seus experimentos. Inclusive as provocam para favorecer o desenvolvimento de fungos e, assim, garantir a obtenção de resultados mensuráveis dentro do tempo de exposição da madeira previsto.

Hulme¹² cita que o ataque de fungos manchadores na madeira é mais severo, quando a temperatura está próxima de 20°C e as condições de secagem da madeira são pobres, devido a alta

umidade relativa do ar. Por outro lado, o autor cita que man-
chamento severo pode ocorrer a 10°C, mesmo que ele leve mais
tempo para desenvolver.

Pelas razões acima, na maior parte dos experimentos que uti-
lizam ensaios biológicos, que não na escala comercial, ob-
serva-se o uso de condições simuladas para estimular a ins-
talação e o desenvolvimento de fungos na madeira, bem como
para abreviar o tempo de incubação do material sendo testa-
do.

4.2.2 - Fatores Inerentes aos Microorganismos

A variação de microorganismos e do grau de tolerância a pro-
dutos preservativos, entre diferentes situações geográficas,
são outros fatores a serem considerados.

"Diferentes resistências de vários fungos a preservativos
específicos é um fenômeno amplamente conhecido" (Chulze, Re-
den e Starfinger 1959, Cowling 1957 e Cockcroft 1974), cita-
dos por Wazny e Greaves².

Na existência de inúmeros fungos que podem se instalar na
madeira, poderá existir vários deles que possuam tolerância
a um produto preservativo em particular, podendo demonstrar
ineficiência deste produto na proteção da madeira tratada.
Por outro lado, os fungos que possuem tolerância podem não
ocorrer em outra situação geográfica, e os resultados o a-
pontar como o melhor produto entre vários de eficiência sa-
tisfatória.

Pelas razões acima, Cserjesi² sugere que se façam testes si-
mulando as condições de serviço, usando-se fungos e madeira
para a área física e geográfica de exposição da madeira.

Apesar do autor se referir aos fungos de bolor como agentes que não causam danos à madeira quando se pretende proteção temporária, ele afirma que eles poderão tolerar concentrações mais altas de fungicidas e, a longo prazo, reduzir o grau de eficiência de alguns produtos preservativos, com possível ataque subsequente por outros fungos.

4.2.3 - Fatores Inerentes à Madeira

Milano e Viana Neto , instalaram um experimento em situações normais de secagem da madeira ao ar, para a avaliação de três fungicidas no controle de fungos manchadores, avaliando 3.000 peças de 2,5 x 10 x 20 cm, três meses do início do ensaio. Apesar dos autores não terem feito comentários sobre os fatores que poderiam influenciar nos resultados, eles citam que o tempo foi suficiente para reduzir o teor de umidade da madeira a níveis inferiores a 25%.

Em nenhuma metodologia utilizada, entre as descritas nos trabalhos levantados para esta revisão bibliográfica, foi citado o acompanhamento do teor de umidade das peças incluídas no experimento, quando a estas se permitiu a secagem durante o período do ensaio biológico. No entanto, Drysdale⁷, por alguma razão, selou as seções transversais de peças com 9 x 5 x 100 cm, utilizadas em seu experimento, provavelmente para impedir a secagem rápida deste material e permitir a secagem da madeira a uma velocidade aproximadamente igual a de peças com comprimentos maiores. A autora cita que as peças tinham um teor de umidade inicial entre 100 e 175%, com um valor médio de 138%.

A espécie de madeira é um fator importante a ser considerado, em vista das diferenças existentes na composição dos extrativos de espécie para espécie, e de serem estes extrativos a fonte nutritiva para fungos manchadores e de bolor.

Segundo Cserjesi², os testes feitos para esta finalidade, além de procurarem simular as condições de campo, devem usar madeiras para a área física e geográfica em que ela ficará exposta a fungos. Para a seleção de madeiras para o experimento, o autor recomenda a mais suscetível aos agentes biológicos, usando-se material de alburno no estado verde e não lavado.

Como apenas a madeira de alburno está sujeita ao ataque de fungos manchadores e de bolor, deve-se incluir nos experimentos, peças confeccionadas apenas deste tipo de madeira, ou que contenham maiores proporções de alburno. As observações sobre os agentes biológicos de interesse, por sua vez, deverão ficar limitadas à madeira suscetível.

Como para algumas espécies de madeira é impossível a obtenção de peças em dimensões representativas às comerciais, devendo a baixa taxa de crescimento das árvores e a existência de grandes proporções de madeira de cerne, não se pode exigir que as peças incluídas nos testes contenham apenas madeira de alburno. Por esta razão, encontram-se citações como as de Dickinson e Henningsson, que foram selecionadas tábuas de madeira de *Pinus sylvestris* com alta porcentagem de alburno para o ensaio.

Cserjesi² recomenda também, que as amostras sejam cortadas tangencialmente aos anéis de crescimento da madeira, reduzindo-se ao mínimo as cortadas perpendicularmente a este sentido.

Quanto as dimensões das peças de madeira, Hulme¹² faz algumas considerações de grande importância. O autor cita ter usado peças suficientemente largas para que, quando mergulhadas, a solução preservativa fosse absorvido dentro de um padrão normal ao das condições de serrarias; que cada peça fosse comprida o bastante para evitar a penetração predominante pelos topos e de espessura suficiente para permitir que apenas a camada externa da madeira fosse tratada.

Segundo o autor, a inclusão de peças espessas são importantes, porque os produtos preservativos podem se difundir em demasia, a partir da superfície da madeira e, assim, serem ineficientes na proteção contra fungos. Hulme¹² cita também, que o fator difusão poderia ser negligenciado se fossem usadas peças de madeiras finas.

4.2.4 - Fatores Inerentes ao Produto Preservativo

Williams e Lewis³⁰, observaram fantásticas diferenças entre a difusibilidade dos produtos bis-tiocianato de metileno (MBT) e pentaclorofenato de sódio (Na-PCP) durante uma série de ensaios de campo com madeiras de coníferas.

Depois de 12 semanas de armazenamento, uma pequena amostra de peças que não apresentavam fungos nas superfícies foram cortadas transversalmente, sendo o manchamento interno observado pelas seções transversais. Isto ocorreu, segundo os autores, devido ao desenvolvimento do fungo manchador no interior da madeira, antes do desdobro das toras em peças serradas.

Os autores notaram que a madeira tratada com Na-PCP manchou a partir de 1 a 2 mm da superfície, enquanto a tratada com

MBT ficou livre de mancha a uma profundidade muito maior. Uma explicação para esta ocorrência, foi a diferença na capacidade dos compostos se difundirem para o interior da madeira, durante o período de armazenamento.

Nos resultados do trabalho, os autores citam que com o passar do tempo, o MBT se difunde a maiores profundidades que o PCP-Na, mas que a sua concentração na superfície da madeira cai significativamente.

Na discussão dos resultados, os autores comentam que a grande capacidade do MBT de se difundir, traz importantes consequências no tratamento de madeiras recém abatidas e fazem as seguintes considerações:

- a) "Se o equilíbrio final da concentração cai abaixo de um valor crítico, pode ocorrer a germinação e o crescimento de qualquer propágulo de fungo viável presente na superfície da madeira tratada";
- b) "A habilidade dos fungos de crescer, irá depender de suas tolerâncias ao preservativo aplicado";
- c) "Os fungos mais resistentes poderão ser os primeiros a germinar e dominar a flora fúngica da superfície da ma-deira".

Isto pode explicar a aparição do bolor comum de cor verde, **Tricoderma viride**, como uma espécie dominante sobre a madeira, tratada com baixas concentrações do produto MBT.

Os autores citam ainda que, bolores, tais como o **Tricoderma viride**, não trazem muito problema quando se trata a madeira com pentaclorofenato de sódio, uma vez que o produto permanece na superfície da madeira, a um nível de concentração

suficiente para prevenir a germinação de qualquer propágulo de fungo viável.

Edlund e Henningsson⁸, especificamente no que concerne a alta difusibilidade de produtos preservativos, recomenda que o decréscimo dos ingredientes ativos próximo à superfície da madeira, deve ser considerado quando se elege uma concentração para o tratamento preservativo.

5 - MATERIAL E MÉTODOS

5.1 - EXPERIMENTO DE CAMPO

O experimento de campo foi instalado no pátio da Indústria FOREX - Fornecedora e Exportadora de Madeiras Forex S/A, na Cidade Industrial de Curitiba, em 26 de outubro de 1989. A madeira utilizada foi abatida e desdobrada em tábuas no dia anterior, na fazenda da mesma empresa, situada no Município de Três Barras, Santa Catarina.

A madeira escolhida para o ensaio biológico foi a do *Pinus elliottii*, que pelo seu alto teor de extrativos e tipo de nutrientes existentes nestes extrativos, é considerada problemática, por ser rapidamente atacada pelos agentes biológicos que a desvaloriza em aspecto. Além deste fato, esta espécie foi escolhida por representar um grande parcela das provenientes de povoamentos florestais plantados no Sul do Brasil, e a conservação de sua qualidade ser de alta importância econômica para o país.

Do lote de peças recebidas de Três Barras, procurou-se selecionar segundo a orientação de corte da madeira, um número que permitisse o preparo de 210 peças de 10 x 2.5 x 90 cm cortadas tangencialmente aos anéis de crescimento da madeira, e 105 cortadas perpendicularmente aos anéis e/ou sem uma orientação de corte definida (anéis inclinados), nas mesmas dimensões citadas anteriormente.

As peças restantes, com larguras e espessuras idênticas, foram apenas cortadas com 270 cm de comprimento, para posterior tratamento preservativo e montagem das pilhas.

Além da orientação de corte, usada como critério de seleção das peças a serem incluídas no experimento, as cortadas tangencialmente aos anéis de crescimento da madeira, foram aceitas somente quando o lenho outonal dos anéis de crescimento se apresentasse em pelo menos uma das faces das tábuas, numa proporção mínima de aproximadamente 10% da superfície. Para as peças restantes, procurou-se selecionar as que possuísem a menor quantidade de lenho outonal exposto nas superfícies, evitando-se especialmente as que sofreram corte tangencial no lenho outonal dos anéis de crescimento.

Pelo fato de não ter sido possível selecionar todas as peças necessárias, cortadas perpendicularmente aos anéis de crescimento ou sem orientação definida, e que não apresentassem o lenho outonal de anéis de crescimento cortados tangencialmente nas superfícies, incluíram-se algumas cortadas tangencialmente aos anéis, mas com predominância de lenho primaveril superficialmente exposto.

O critério de seleção utilizado, procurando separar as peças que continham mais lenho outonal exposto das que continham menos, especialmente quando o anel de crescimento da madeira tinha sido cortado tangencialmente, é justificado pela existência da maior concentração de canais resiníferos na zona intermediária entre os dois tipos de lenho que formam a madeira. Consequentemente com a presença de maior quantidade de material nutritivo para fungos. Com esta medida, pretendeu-se maior homogeneidade dos resultados, bem como fazer prova que, além das peças que contem maior porcentagem de lenho outonal na superfície serem mais suscetíveis a fungos manchadores e de bolor, elas são as mais apropriadas para este tipo de ensaio.

Após o seccionamento das peças em 90 cm de comprimento, as cortadas tangencialmente aos anéis de crescimento, com presença de lenho outonal nas superfícies em proporções superiores a 10%, foram tomadas ao acaso para formar dois grupos de 105 peças. As peças cortadas perpendicularmente aos anéis de crescimento ou sem orientação de corte definida, com pouco lenho outonal exposto na superfície, formaram o terceiro grupo.

A cada grupo de peças formado, a ser distribuído em uma única pilha, foram efetuados tratamentos em soluções preservativas, por mergulho de cada peça durante 10 segundos, 48 horas após o desdobro das toras.

As concentrações das soluções preparadas, foram as recomendadas pelos fornecedores dos produtos e/ou pela literatura, bem como a um nível de concentração superior e um inferior, com variações percentuais de 25% da concentração recomendada a cada nível vizinho, perfazendo três níveis de concentração por produto preservativo.

Para a avaliação dos resultados obtidos pela metodologia proposta, três produtos preservativos foram incluídos no experimento e, a cada nível de concentração por produto, foram tratadas 10 peças de madeira devidamente codificadas, obtidas aleatoriamente por grupo de peças previamente selecionadas. A codificação de cada peça tratada, a identificava quanto ao produto e a concentração utilizados.

Os produtos preservativos eleitos foram o pentaclorofenato de sódio mais tetraborato de sódio, na proporção peso/peso igual a 1:1,5, e os produtos comerciais alternativos a este organo clorado, Humogram e Folpet 50.

Os seguintes ingredientes ativos e respectivas concentrações (peso/peso) foram usados para o tratamento preservativo da madeira:

Ingredientes Ativo(s)	Concentrações (%)
. Pentaclorofenato de sódio + Borax	. 0,525; 0,700; 0,875 [*]
. Tribromofenato de sódio (Humogran)	. 0,3375; 0,4500; 0,5625
. N- (Triclorometiltio) ftalamida (Folpet)	. 0,675; 0,900, 1,125

*
Em base ao pentaclorofenato de sódio

Às concentrações de ingredientes ativos utilizados, corresponderam as concentrações de 2,25; 3,00 e 3,75% do produto comercial Humogran (produtos líquido + sólido na relação 1:1) e de 1,35; 1,8 e 2,25% do produto comercial Folpet-50, respectivamente.

As peças de madeira tratadas, tiveram seus topos selados com cola para isopor e foram "empacotadas" (deitadas diretamente umas sobre outras), por um período de aproximadamente 18 horas. Na prática de empacotamento, tomou-se o cuidado de isolar as peças tratadas de cada grupo, por produto/concentração, empilhando-as 10 a 10 isoladamente.

Para a instalação do experimento, utilizou-se um delineamento de classificação hierárquica, com três pilhas de tábuas, de forma que cada pilha contivesse madeira representando uma situação em particular e que cada 2 peças/repetição/ nível de concentração/produto preservativo/pilha, fossem alocados em cada camada da pilha. Assim, permitiu-se a avalia-

ção dos resultados em diferentes posições das peças nas pilhas, bem como das variáveis inerentes à madeira, como o tipo de orientação de corte e porcentagens de lenho outonal exposto nas superfícies das peças, ou da forma de empilhamento adotada.

De forma resumida, o delineamento utilizado para a execução do experimento continha as seguintes previsões:

- . Número de pilhas: 3
- .. Pilha 1: Peças em corte tangencial, com o menor número de raios da madeira por unidade de área na superfície superior (Figura 1-A).
- .. Pilha 2: Peças em corte tangencial, com o maior número de raios da madeira por unidade de área na superfície superior (Figura 1-B).
- .. Pilha 3: Peças em corte radial ou sem orientação definida (Figura 1-C e 1-D).
- . Número de camadas por pilha: 5
- . Número de produtos preservativos: 3
- . Níveis de concentração por produto preservativo: 3
- .. Repetições/nível de concentração/produto preservativo/camada/pilha: 2
- . Número de peças utilizadas no experimento: 315
 - peças de madeira tratadas: 270
 - peças de madeira incluídas como testemunhas: 45
 - número de peças por pilha: 105

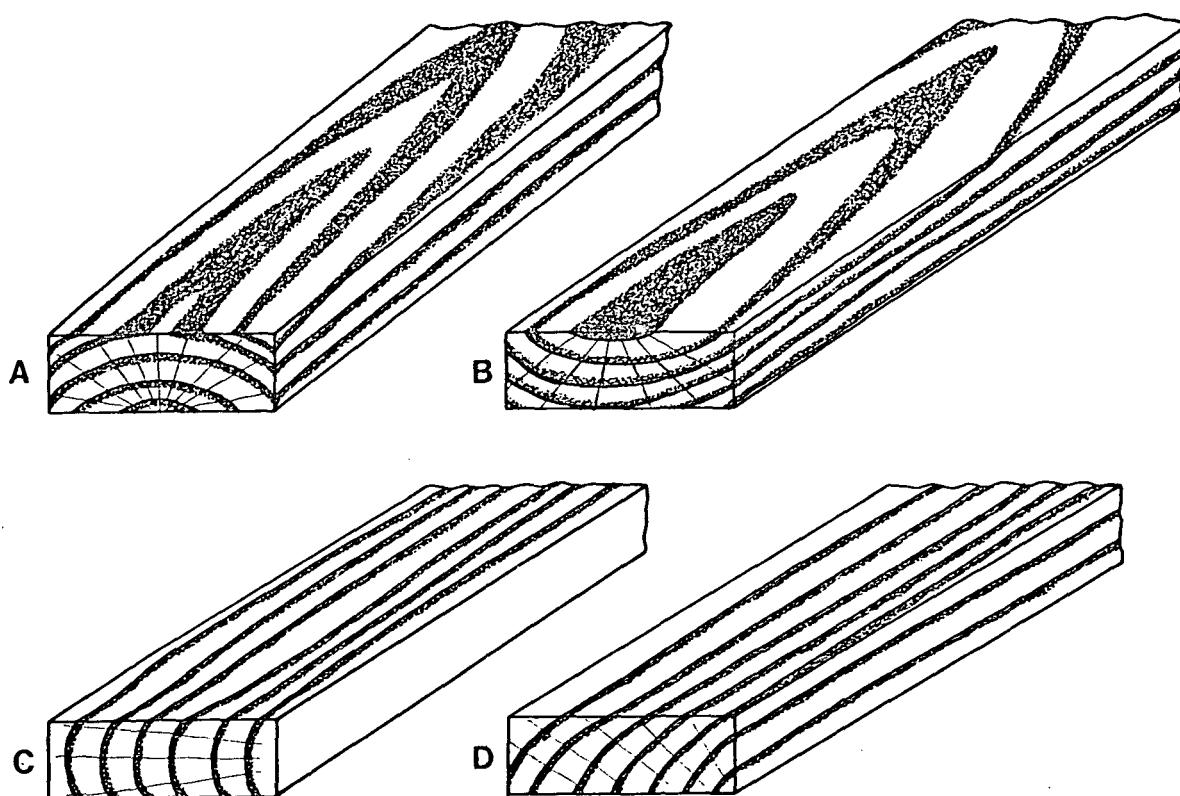


FIGURA 1 - TIPOS DE ORIENTAÇÃO DE CORTE DA MADEIRA E POSIÇÕES DAS PEÇAS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO

- a) Corte tangencial, com o menor número de raios da madeira na face superior;
- b) Corte tangencial, com o maior número de raios da madeira na face inferior;
- c) Corte radial e;
- d) Corte sem orientação definida.

Para que não se representassem apenas os tratamentos e/ou as situações de corte da madeira de forma conveniente, mas também as várias posições em que as peças pudessem se encontrar numa pilha montada, cada camada de material tratado re

presentou uma altura diferente da pilha. A camada superior foi montada com o material que fez parte do experimento, para avaliações sobre a performance dos produtos sob efeitos da incidência de raios ultravioletas, da lixiviação por ação direta de chuvas, volatização causada pela temperatura e de outros agentes que pudessem afetar os produtos preservativos aplicados e, conseqüentemente, a qualidade do tratamento preservativo.

Para que houvesse melhor representatividade das pilhas de madeira montadas, as demais camadas de peças do experimento foram separadas entre si, pela alternância com camadas de peças tratadas, não pertencentes ao experimento.

As peças que representaram o interior das pilhas, foram protegidas lateralmente da luz solar direta e da chuva, por uma peça normal da pilha. Desta forma, com a distribuição das camadas em várias alturas e a limitação da ação dos agentes externos citados, todos os produtos e níveis de concentração/produto testado, ficaram submetidos às condições internas das pilhas, como se pretendia representar.

Para que se assegurasse a presença de agentes biológicos sobre a madeira de forma homogênea, no decorrer da montagem das pilhas, as peças do experimento foram inoculadas por pulverização de esporos em suspensão aquosa, os quais foram obtidos de fungos de bolor e manchadores existentes em madeira de *Pinus elliottii* severamente atacada. A madeira, por sua vez, sofreu ataque pelos fungos utilizados, na região onde se instalou o experimento.

Com o intuito de estender o tempo de secagem das peças e tábuas que formavam as pilhas, favorecendo assim o desenvol

vimento dos fungos na madeira mau protegida, todo o material foi empilhado nas proximidades do muro que cerca o pátio da empresa e em terreno sujeito a empoçamentos com a ocorrência de chuvas, com separadores de 2,5 cm de altura e espaçamentos horizontais entre peças de aproximadamente 1,5 cm, ficando os separadores orientados perpendicularmente ao sentido predominante dos ventos (Figura 2).

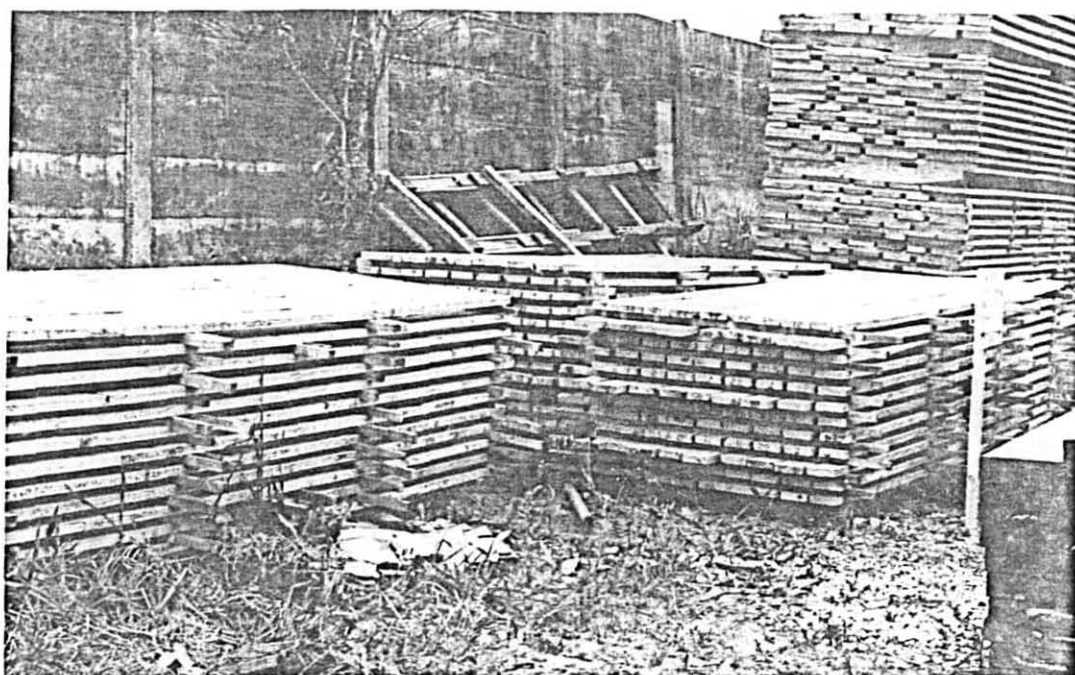


FIGURA 2 - FORMA DE EMPILHAMENTO DA MADEIRA NO PÁTIO DE SECA-
GEM, OBJETIVANDO SIMULAR A SITUAÇÃO MAIS FAVORÁVEL
AO DESENVOLVIMENTO DE FUNGOS MANCHADORES E DE BOLOR

Apesar que o experimento de campo tenha sido instalado numa estação do ano chuvosa, a ocorrência de chuvas deu-se apenas a 1(uma) semana e a 11(onze) dias do tratamento da madeira, antes da mesma atingir o teor de umidade de equilíbrio com o meio ambiente.

As condições climáticas com baixa umidade relativa do ar, temperatura elevada e ventilação excessiva, resultou na secagem completa da madeira em apenas 13 dias do tratamento efetuado. Desta forma, aparentemente nenhuma peça das pilhas sofreu azulamento, nem mesmo as utilizadas como testemunhas.

Borrifação de água foi tentada por algumas vezes sem sucesso pois, pela dificuldade de penetração de umidade na madeira e as condições de secagem do período, a umidade adquirida secava com rapidez.

A madeira seca foi mantida empilhada até 23/11/89, ou seja, 28 dias da instalação do experimento, quando iniciou-se uma fase chuvosa com precipitações pluviométricas que persistiram por 10 dias. Após este período, observou-se que várias peças estavam azuladas parcialmente por fungos manchadores, especialmente as testemunhas e as tratadas a níveis de concentração dos produtos mais baixos.

A avaliação sobre as peças que formaram as pilhas, foi efetuada após a secagem da umidade adquirida das chuvas, ou seja, a 51 dias da instalação do experimento.

Como a camada superior da pilha ficou sujeita a uma das situações mais críticas possíveis, a qual promoveu o desenvolvimento de fendas na superfície das peças na fase final da secagem, sofreu volatização e lixiviação do produto preser-

vativo com mais intensidade, entre outros mecanismos de exaustão dos ingredientes ativos, os critérios de avaliação usados foram diferentes dos empregados para as peças do interior da pilha. Eles visaram principalmente aos efeitos do meio ambiente sobre os produtos preservativos testados, aos problemas desenvolvidos na madeira pela secagem e a posição das peças na pilha conforme o sentido anatômico de corte da madeira.

A figura abaixo apresenta em vista de perfil, a forma utilizada para a montagem de uma das pilhas de peças:

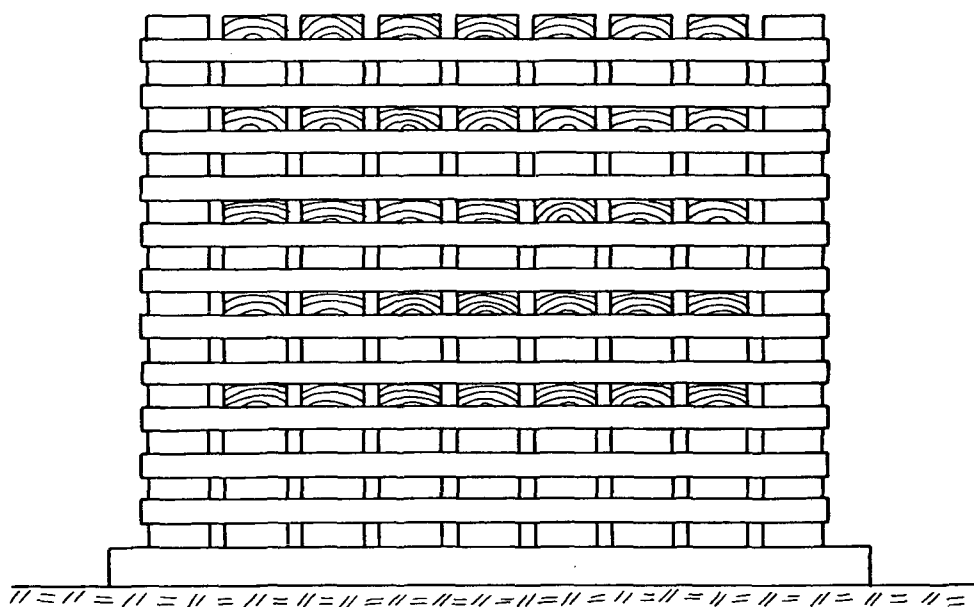


FIGURA 3 - REPRESENTAÇÃO DE UMA PILHA DE PEÇAS E TÁBUAS, MONTADAS PARA O EXPERIMENTO DE CAMPO - AS PEÇAS DO EXPERIMENTO SÃO DESTACADAS PELO DESENHO QUE DIFERENCIA OS LENHOS DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

A avaliação do experimento de campo foi efetuada por análise das superfícies das tábuas, sobre o grau de ataque de fungos de bolor e manchadores, individualmente, sendo a primeira por observações diretamente às superfícies do material serrado bruto e, a segunda, após a retirada de fina camada superficial das tábuas pelo uso de uma plaina.

Para que se evitasse tendências na interpretação dos resultados da primeira avaliação, o material só foi cepilhado após a análise e discussão dos dados obtidos sobre a madeira bruta.

Apenas o material da primeira camada teve necessidade de ser reavaliado, em vista de não ter ocorrido ataque por fungos de bolor na madeira do experimento, a ponto que dificultasse a avaliação sobre os fungos manchadores. Nas camadas superficiais, por outro lado, houve descoloração da madeira de forma acentuada, decorrente da ação dos fatores externos, a qual impossibilitou uma análise adequada sobre a porcentagem de ataque de fungos manchadores.

Para efeitos de comparação entre a diferença dos produtos preservativos, os graus de ataque à madeira foram avaliados em porcentagem, como:

a) Severamente atacada:

Madeira severamente atacada pelo agente biológico sendo observado, entre 100 e 50% da superfície das tábuas;

b) Atacada:

Madeira atacada pelo agente biológico sendo observado, entre 50 e 10% da superfície das tábuas;

c) Pouco atacada:

Madeira atacada pelo agente biológico sendo observado, entre 10 e 5% da superfície das tábuas; e

d) Levemente atacada:

Madeira atacada pelo agente biológico sendo observado, entre 5 e 0% da superfície das tábuas, exclusive; e

e) Não atacada:

Madeira que se encontrava completamente livre do ataque de fungos.

A determinação da porcentagem da superfície atacada das tábuas foi feita por estimativa, em vista da dificuldade de avaliação precisa e do fato que os resultados de maior interesse diziam respeito à madeira atacada e madeira não a atacada.

A análise para identificar se um problema apresentado pela madeira foi um resultado da ineficiência do produto/concentração do preservativo usado, ou se tratava do desenvolvimento de agentes biológicos instalados na madeira antes do tratamento preservativo, foi considerado como peça chave para que se evitasse o mascaramento dos resultados. Por este motivo, a cada peça de madeira testada, os danos causados por agentes biológicos foram analisados com extremo cuidado, com a finalidade de considerá-los ou desconsiderá-los, no que se refere à eficiência dos produtos preservativos.

Os problemas desenvolvidos na madeira, em decorrência da instalação de agentes biológicos antes do tratamento preservativo, foram ilustrados e discutidos com o objetivo de dar esclarecimento técnico àqueles que pretendam executar ensaios de campo similares.

Como neste tipo de ensaio é fundamental que não ocorram confusões, entre os resultados dos produtos testados e outras variáveis que possam ser incluídas no experimento, e que orientação de corte da madeira consiste em outro fator de importância, o uso de madeira serrada sob um único tipo de orientação anatômica contribuiu para que se evitem problemas de interpretação. Desta forma, na avaliação final do ensaio de campo, além da classificação dos produtos, foram comparados os resultados entre pilhas de peças, para uma definição da face anatômica da madeira mais adequada a ser empregada neste tipo de experimento.

A definição da face anatômica para avaliações, obtida sob uma única orientação de corte da madeira, foi feita em função da menor proteção conseguida contra os agentes biológicos, em função dos produtos/concentrações considerados eficientes. Dentro deste mesmo objetivo, a quantidade de lenho ou tonal exposto na superfície das peças foi considerada.

5.2 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Três ensaios individuais foram efetuados em laboratório, sendo dois com a finalidade de avaliar a metodologia para determinar a difusibilidade dos produtos na madeira, e outro para controle de qualidade rotineiro de produtos específicos, empregados na proteção da madeira contra fungos de bolor e manchadores.

Para o propósito descrito acima, os seguintes procedimentos foram utilizados:

5.2.1 - Ensaio Biológicos para a Avaliação de Produtos Quanto a Difusibilidade na Madeira

Para observações sobre a difusibilidade de produtos preservativos na madeira, a mesma espécie florestal escolhida para o ensaio de campo foi utilizada.

5.2.1.1 - Ensaio efetuado com madeira sã, inoculada antes do tratamento preservativo

Na premissa que o desenvolvimento das hifas e o tempo para sua pigmentação, são dependentes das condições ambientais, sendo eles variáveis entre regiões geográficas, estações do ano e outros fatores, executou-se um ensaio preliminar, com a finalidade de observar o tempo ideal para tratar a madeira inoculada.

A madeira inoculada foi mantida em ambiente com temperatura e umidade relativa fixas, favoráveis ao desenvolvimento dos agentes biológicos de interesse. Desta forma, o momento exato para se efetuar o tratamento preservativo poderia ser determinado, bem como repetido.

Um número de 15 peças de madeira, serradas de árvores abatidas no mesmo dia, foram levadas ao laboratório, inoculadas por banho em suspensão de esporos e de hifas de fungos manchadores e de bolor, e colocadas em uma estufa a $27 \pm 2^\circ \text{C}$, com ar saturado de umidade. Para se conseguir a saturação de umidade no ar do interior da estufa, recipientes com água ocuparam toda a superfície da prateleira inferior, sob a madeira sendo incubada.

O material foi examinado peça-a-peça diariamente, até se constatar a existência de manchas na madeira. Isto foi observado, ocorrer depois do 4º e antes do 5º dia da inoculação.

O ensaio propriamente dito, foi delineado para que a madeira permanecesse nas condições utilizadas, por 4 dias antes do tratamento preservativo.

Uma quantidade de 78 peças livre de ataque de fungos, com 20 cm de comprimento por 3 cm de espessura, serradas de madeira recém abatida, foram incluídas neste experimento.

Após a confecção das peças de madeira, todas elas foram inoculadas por banho em suspensão de esporos e fragmentos de hifas, de cultura mista de fungos manchadores e de bolor, coletados de madeira atacada da mesma espécie florestal empregada. As peças inoculadas foram então mantidas em estufa a $27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e 100% de umidade relativa, procurando-se permitir o rápido desenvolvimento e penetração dos fungos para o interior da madeira, a profundidades superiores às que os produtos preservativos a serem utilizados pudessem alcançar.

As peças foram arrumadas na estufa sem encostarem umas com as outras, com espaços de separação de aproximadamente 1 cm.

Depois de dois dias da inoculação, foram retirados os recipientes com água da estufa e manteve-se a porta deste equipamento apenas encostada, para permitir que, até o quarto dia da inoculação, ocorresse suave secagem da madeira. Esta medida teve o objetivo de criar espaço livre no interior das células da madeira, para possibilitar a propagação das hifas dos fungos em maior profundidade.

Decorrido o tempo de incubação, as peças foram retiradas da estufa e numeradas para posterior alocação no experimento.

A alocação das peças foi feita de forma aleatória, separando-as em 2 montes distintos, cada um contendo três pilhas com igual número de peças.

Cada monte foi destinado ao tratamento preservativo com um produto preservativo diferente, sendo que, as peças de cada pilha, que o formava, foram tratadas a um nível de concentração do produto utilizado.

Para o propósito do ensaio, foram escolhidos dois produtos que possuíssem capacidades de difusão na madeira bem diferentes, ou seja, o Busan 1009*, com alta capacidade de difusão, e o pentaclorofenato de sódio, com baixa capacidade de difusão.

As seguintes concentrações de soluções foram empregadas para o tratamento da madeira:

- a) Busan 1009, em base ao produto comercial: 2,08; 2,50 e 3,00%;
- b) Pentaclorofenato de sódio (ingrediente ativo): 1,0; 0,7 e 0,5%

O tratamento preservativo foi efetuado pelo mergulho das peças de madeira nas diferentes soluções, durante dez segundos. Após o tratamento, permitiu-se que o excesso de solução existente nas superfícies das peças escorresse, pela inclinação das peças isoladas, durante aproximadamente sete minutos.

Um número de 13 peças por nível de concentração/produto preservativo foram tratadas, perfazendo um total de 39 peças por produto utilizado.

*Produto comercial a base de Metileno bis(tiocianato) e 2 (tiocianometiltio) benzotiazole

Após o tratamento e escoamento do excesso da solução, as peças banhadas em cada nível de concentração/produto foram empilhadas sem o uso de separadores - "empacotamento" - onde permaneceram por um período de 18 horas, para que a difusão dos ingredientes ativos dos produtos ocorresse de forma adequada.

As pilhas de peças foram colocadas lado-a-lado durante este período, e toda a madeira tratada foi coberta com material impermeável, evitando-se a secagem superficial da madeira.

Depois da prática de "empacotamento", toda a madeira tratada foi empilhada em ambiente interno com pouca ventilação, espaçando-se as camadas das pilhas com separadores de aço inoxidável. No empilhamento, foram formadas duas pilhas individuais, cada uma para um dos produtos preservativos empregados.

As peças de madeira permaneceram empilhadas por 60 dias, após o tratamento preservativo. Decorrido este tempo, as peças tratadas com produto Busan 1009 se apresentaram totalmente atacadas por fungos de bolor (*Tricoderma* sp), ao passo que as tratadas com pentaclorofenato de sódio praticamente se mantiveram livre do ataque.

Como medida complementar, as peças foram encharcadas com água e mantidas empilhadas por mais 20 dias e, como resultado, as tratadas com pentaclorofenato de sódio foram então atacadas pelo fungo de bolor, na mesma intensidade que as tratadas pelo produto Busan 1009.

Decorrido o tempo de espera, as peças foram seccionadas perpendicularmente a grã da madeira, para avaliações sobre a profundidade de penetração dos produtos preservativos, nos sentidos radial e tangencial da madeira.

Efetuada estas avaliações, foi previsto também o corte para lelo à grã da madeira, em 2 posições das pontas das peças, para avaliar a profundidade de penetração dos produtos, em quantidade suficiente para inibir a pigmentação dos fungos, no sentido dos traqueóides da madeira.

As medições nos três sentidos, deveriam ser efetuadas por uma escala milimétrica, sobre a camada externa da madeira não descolorida pelo(s) fungo(s) manchador(es), que se desenvolveram para o interior da peça a partir da superfície.

Somente deveriam ser consideradas para esta avaliação, peças de madeira que sofressem descoloração interna e mantivessem a camada superficial com sua cor natural, em decorrência da ação dos produtos preservativos sobre a atividade biológica dos fungos manchadores.

5.2.1.2 - Ensaio efetuado com fatias de madeira sã tratadas, seccionadas e inoculadas nas seções transversais

Quatro peças de *Pinus elliottii* com 20 cm de comprimento, por 10 cm de largura e 3 cm de espessura foram tratadas, sen do duas em solução do produto comercial Busan 1009 a 3% de concentração e duas em solução de pentaclorofenato de sódio a 0,9% de concentração.

Após o tratamento as peças foram mantidas em recipiente fechado por 18 horas, para impedir a secagem superficial da madeira e, então, seccionadas transversalmente, conforme ilustrado pela Figura 4.

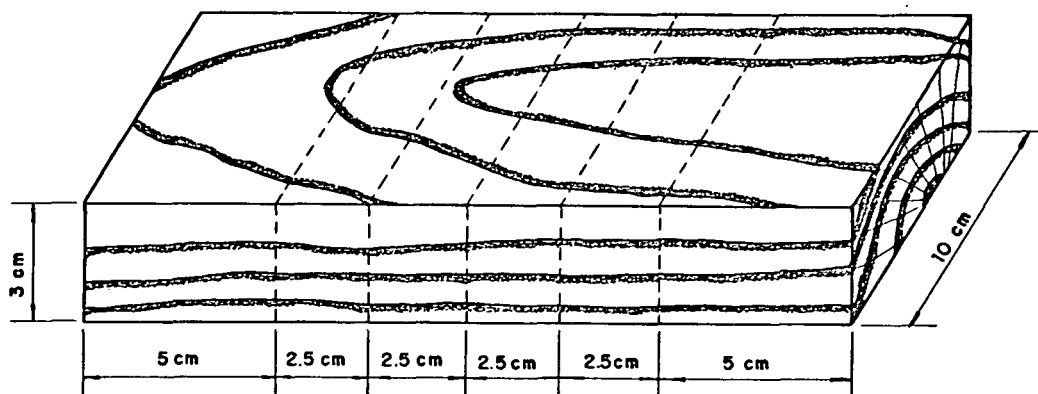


FIGURA 4 - FORMA DE SECCIONAMENTO DAS PEÇAS DE MADEIRA TRATADAS, PARA A PREPARAÇÃO DE CORPOS-DE-PROVA PARA O ENSAIO BIOLÓGICO

Das peças seccionadas, foram obtidos 12 corpos-de-prova para cada produto preservativo, os quais tiveram, a seguir, suas seções transversais inoculadas com fragmentos de hifas de fungos manchadores em suspensão aquosa. Uma excessão neste procedimento foi feita para os corpos-de-prova com 5 x 10 x 3 cm, aos quais não se efetuou a inoculação na seção transversal tratada.

A suspensão de fragmentos de hifas foi preparada com água esterilizada e cultura de fungo de mancha azul não identificado, mas isolado de madeira de *Pinus elliottii* atacada.

A cada seção transversal não tratada dos corpos-de-prova, três gotas da suspensão foram pingadas, sendo uma na posição central e as outras duas, entre a posição central e a borda dos corpos-de-prova, para ambos os lados.

Os corpos-de-prova foram então levados à estufa, a $27 \pm 2^\circ \text{C}$ e 100% de umidade relativa, permanecendo nestas condições por uma semana. Decorrido este tempo, os recipientes com água existentes na estufa foram retirados, para permitir secagem lenta no material do ensaio biológico.

Nêsta ocasião, a válvula para a saída de vapores do interior da estufa foi aberta, a qual permaneceu desta forma até o término do período de incubação, que perdurou por 60 dias a partir da inoculação.

Para a avaliação da profundidade atingida pelos produtos preservativos, os corpos-de-prova foram cortados transversalmente a grã da madeira, na sua posição central.

Para a medição da camada externa não manchada pelo(s) fungo(s), foi previsto o uso de uma escala milimétrica e apenas a distância no sentido radial (paralelo aos raios da madeira) a partir das superfícies não descoloridas, deveria ser considerada.

5.2.2 - Ensaio Biológico para o Controle de Qualidade de Produtos Preservativos

Para o controle de qualidade dos produtos preservativos incluídos neste experimento, quanto às propriedades combinadas eficiência e difusibilidade, um ensaio biológico foi executado em placas de Petri, para rápida observação dos resultados.

O ensaio biológico foi desenvolvido em duas etapas distintas, com a intenção de melhor ilustrar as possibilidades e a facilidade de seu uso para a finalidade proposta.

Na primeira etapa, procedeu-se o ensaio com vários produtos preservativos, utilizados para a proteção da madeira contra fungos manchadores e de bolor, com apenas 20 placas de Petri por produto, distribuídas em número igual para 5 concentrações/produto.

Apesar do pequeno número de dados obtidos por produto, os resultados permitiram avaliar de forma adequada, a existência ou não de um bom relacionamento da resposta do fungo teste ao produto utilizado, bem como qual entre os fungos utilizados, foi o que apresentou melhores resultados para o tipo de ensaio efetuado.

Para a execução deste experimento, foram utilizadas placas de Petri com fundos planos, com 7 cm de diâmetro interno, às quais foram adicionadas 10 ml de dextrose de batata - ágar devidamente cozida e esterilizada, segundo procedimentos normais de laboratório. Uma quantidade de 33 g de dextrose de batata-ágar, para 967 ml de água destilada, foi usada no preparo do meio de cultura.

Após a solidificação do meio de cultura entornado nas placas de Petri, o que se deu pelo resfriamento do mesmo, ele foi cortado na posição central de cada placa pelo uso de um vazador de rolhas. A parte circular cortada, foi então retirada com uma pinça para criar um espaço de área limitada, onde futuramente seria colocada a solução preservativa.

As placas de Petri contendo meio de cultura perfurado foram inoculadas com esporos do fungo *Aspergillus niger*, ou *Tricoderma* sp., ambos de bolor, por polvilhamento, a partir do fungo já esporulado em placas previamente inoculadas.

O fungo *Aspergillus niger* foi obtido de cultura padrão existente no laboratório do Curso de Engenharia Florestal da UFPR, e o *Tricoderma* sp., de madeira de *Pinus elliottii* atacada. Em ambos os casos utilizou-se suspensão de esporos em água esterilizada para que se desenvolvessem as culturas iniciais.

Para a inoculação do meio de cultura incluído no ensaio, as placas de Petri contendo fungo esporulado foram batidas algumas vezes "de boca para baixo", com a finalidade de eliminar os esporos mais velhos. Então foram batidas sobre as receptoras de esporos, numa frequência variando de 3 a 10 vezes, em função do número de inoculações efetuadas e da quantidade de esporos liberados. Por este motivo, apenas 10 placas de Petri foram inoculadas, a partir de uma que já contivesse o material para a inoculação.

Nenhuma medida assética foi tomada na prática de inoculação, a qual foi executada normalmente sobre a banca de laboratório.

Após a inoculação ter sido efetuada, por meio de um conta-gotas foi levado à perfuração do meio de cultura, uma gota de solução preservativa por placa de Petri (\pm 0,1 ml). As soluções tiveram variações de concentração, controladas com antecedência em função de cada produto em particular.

As fotos da Figura 5, ilustram os diferentes passos da metodologia adotada em laboratório.

Os produtos, concentrações e fungos testes empregados no ensaio preliminar, são apresentados a seguir:

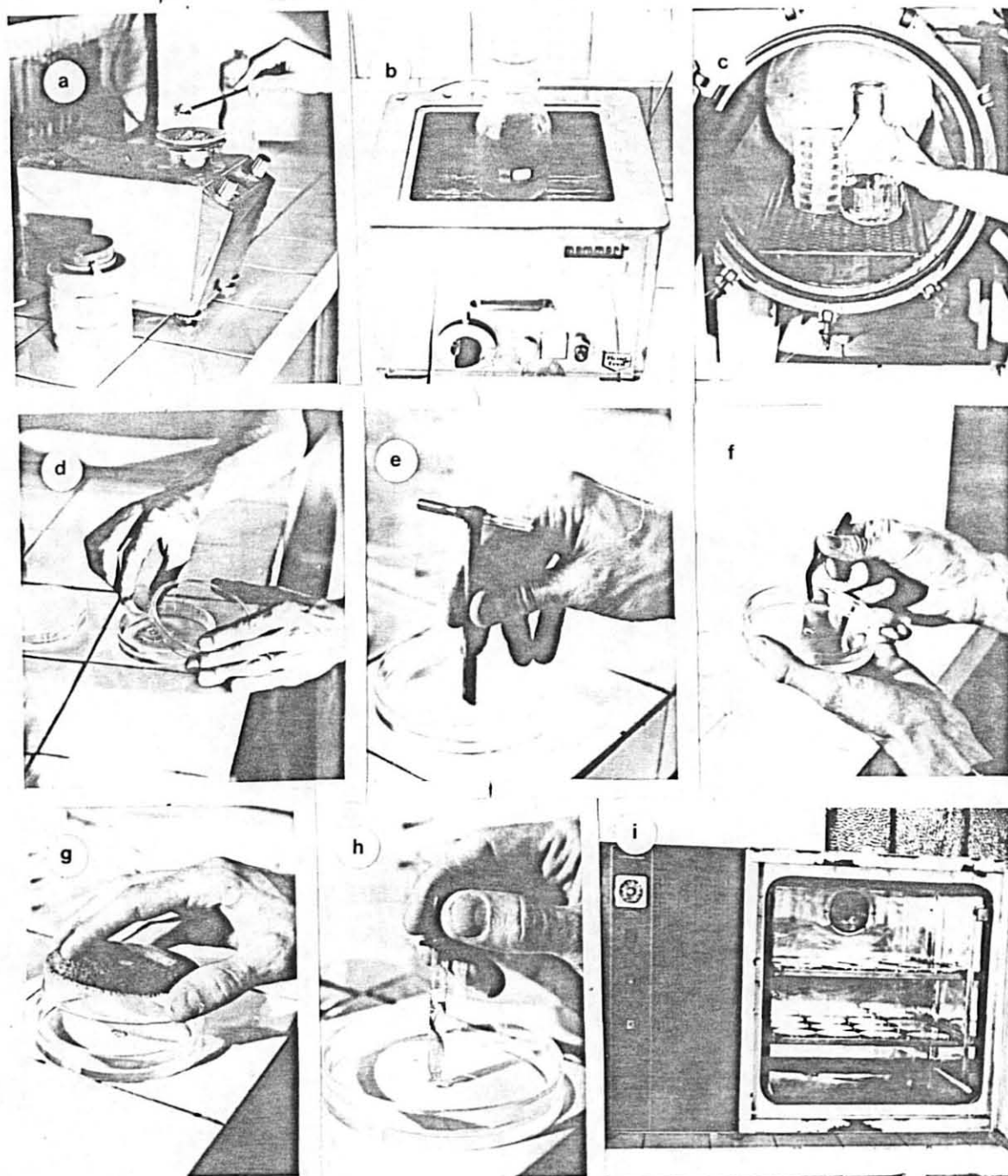


FIGURA 05 - DIFERENTES PASSOS DA METODOLOGIA ADOTADA EM LABORATÓRIO: a) Pesagem do meio de cultura; b) Cozimento em banho-maria; c) Esterilização; d) Transferência para as placas de Petri; e) Corte do meio nutritivo; f) Retirada da porção central; g) Inoculação; h) Colocação da solução preservativa; i) e incubação.

a) Ensaio biológico efetuado com o fungo *Aspergillus niger*

<u>Produto Preservativo</u>	<u>Concentrações (%)</u>
. Ortofenilfenato de sódio	. 0,312; 0,625; 1,250; 2,500
. Pentaclorofenato de sódio	. 0,125; 0,250; 0,500; 1,000
. Jimo antimofa	. 0,312; 0,625; 1,250; 2,500
. Pentox pasta	. 0,625; 1,250; 2,500; 5,000
. Busan 1009	. 0,625; 1,250; 2,500; 5,000

b) Ensaio biológico efetuado com o fungo *Tricoderma* sp:

<u>Produto Preservativo</u>	<u>Concentrações (%)</u>
. Ortofenilfenato de sódio	. 0,312; 0,625; 1,250; 2,500
. Pentox pasta	. 0,625; 1,250; 2,500; 5,000
. Jimo antimofa	. 0,312; 0,625; 1,250; 2,500

Todo o material preparado para o ensaio preliminar foi, a seguir, levado para uma câmara de incubação regulada a $26 \pm 2^\circ \text{C}$ e $70 \pm 3\%$ de umidade relativa no ar, conforme prática normal de laboratório.

Decorridas 24 e 48 horas; 1, 2 e 3 semanas da inoculação, as placas de Petri foram avaliadas por medições das respostas dadas pelos fungos. Mediu-se a distância radial a partir da borda da perfuração efetuada no meio de cultura, à borda da área onde ocorreu a germinação dos esporos inoculados, em 24 ou 48 horas e, à borda da área onde ocorreu a esporula-

ção do micélio formado pelos esporos germinados, nos períodos de tempo posteriores. A Figura 6 ilustra a forma de avaliação procedida, para ambos os fungos.

A mensuração das distâncias radiais foi efetuada com tiras de papel milimetrado, com 1 cm de largura e 5 a 6 cm de comprimento. Para este propósito, foram feitas 4 medições por placa de Petri, nas posições a 0°, 90°, 180° e 270°, e o valor médio por placa, registrado na coluna correspondente ao produto e concentração utilizados, bem como ao tempo em que a medição foi procedida.

No ensaio onde o fungo *A.niger* foi usado, as medições foram efetuadas a 24 horas da inoculação, onde a resposta dada pela germinação dos esporos ao produto preservativo já podia ser observada e, a 48 horas, onde a resposta era bem nítida, mas com crescimento do micélio do fungo em direção ao centro da placa de Petri, a partir do ponto em que a germinação de esporos foi permitida. Exceções foram feitas para todas as concentrações do pentaclorofenato de sódio e para o ortofenilfenato de sódio a 0,312%, as quais foram avaliadas somente a 48 horas, por não apresentarem uma resposta mensurável em 24 horas.

Na avaliação sobre a esporulação do micélio, procedida a uma ou duas semanas da inoculação, não houve possibilidade de obtenção de dados para o produto Busan 1009 por não existir uma resposta bem definida. Somente na segunda semana a avaliação para o ortofenilfenato de sódio foi permitida, pela demora na definição de uma resposta confiável.

As medições das respostas dadas pelo fungo *Tricoderma* sp foram feitas em tempos diferentes, devido a diferença biológica



FIGURA 6 - FORMA DE AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DADA PELO FUNGO RESPOSTA: a) Resposta dada pela germinação de esporos; b) Resposta dada pela esporulação do micélio.

ca entre os fungos teste e o tempo de espera para que apresentassem respostas mensuráveis, ser maior que do fungo *A.niger*.

A germinação de esporos deste fungo foi avaliada a 48 horas da inoculação para os produtos preservativos utilizados, e a 2 semanas para a esporulação do micélio quando os produtos Pentox pasta e Jimo antimofos foram empregados.

Para estes dois produtos, também foram avaliadas as respostas de esporulação a 3 semanas da inoculação e a área livre de esporos germinados ou micélio do fungo (área de inibição total), a 2 e 3 semanas da inoculação.

Para o produto ortofenilfenato de sódio, as respostas do fungo *Tricoderma* SP foram avaliadas para a germinação de esporos a 48 horas da inoculação, e a 2 semanas para a área de inibição total, onde nem a germinação de esporos, nem a existência de micélio ocorreram.

Avaliações a 3 semanas da inoculação para o ortofenilfenato de sódio não foram feitas, por não existirem mais as respostas para a esporulação do micélio, ou por serem exatamente as mesmas para a área de inibição total do fungo.

As respostas dadas pelos fungos teste e as concentrações de soluções por produto, foram utilizadas para cálculos de equações de regressão, para observações sobre o ajustamento dos dados às equações linear, logarítmica, exponencial, potencial e polinomiais quadrática e cúbica.

Os cálculos estatísticos foram efetuados em um computador Hewlett - Packard HP-85, utilizando-se o software "General Statistics Pac", segundo as fórmulas apresentadas a seguir:

EQUAÇÕES E FÓRMULAS:

$$\text{MÉDIAS: } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

$$\text{DESVIOS PADRÃO} \quad s_x = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - n \bar{x}^2}{n - 1}} \quad \text{VARIÂNCIA}_X = s_x^2$$

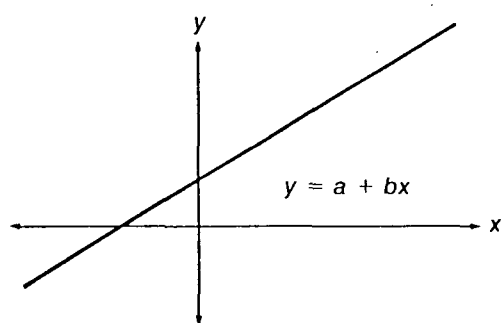
$$s_y = \sqrt{\frac{\sum y_i^2 - n \bar{y}^2}{n - 1}} \quad \text{VARIÂNCIA}_Y = s_y^2$$

$$\text{COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO} \quad r_{xy} = \frac{\frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i \right)}{s_x * s_y}$$

$$\text{AJUSTAMENTO À CURVA POLI-} \quad y = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + \dots + b_k x^k$$

NOMIAL

REGRESSÃO LINEAR

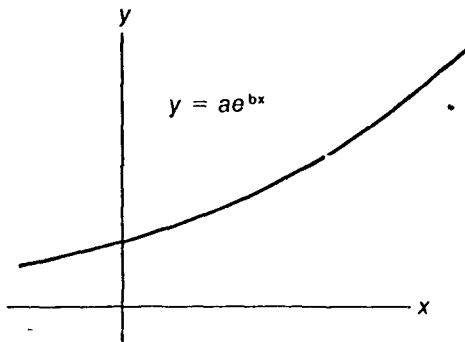


$$b = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

$$a = \left[\frac{\sum y_i}{n} - b \frac{\sum x_i}{n} \right]$$

$$r^2 = \frac{\left[\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n} \right]^2}{\left[\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \right] \left[\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} \right]}$$

AJUSTAMENTO À CURVA EXPONENCIAL

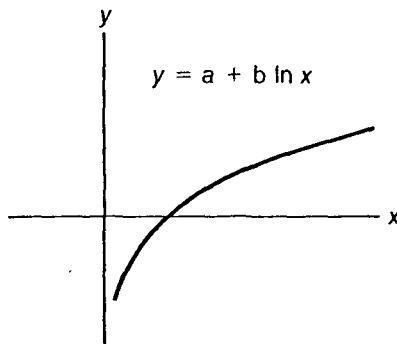


$$b = \frac{\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} (\sum x_i)(\sum \ln y_i)}{\sum x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum x_i)^2}$$

$$a = \exp \left[\frac{\sum \ln y_i}{n} - b \frac{\sum x_i}{n} \right]$$

$$r^2 = \frac{\left[\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} \sum x_i \sum \ln y_i \right]^2}{\left[\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \right] \left[\sum (\ln y_i)^2 - \frac{(\sum \ln y_i)^2}{n} \right]}$$

AJUSTAMENTO À CURVA LOGARÍTMICA

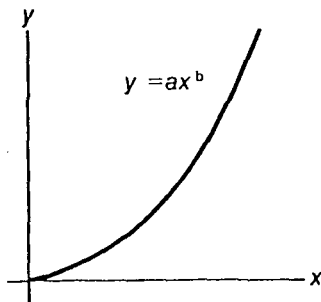


$$b = \frac{\sum y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum \ln x_i \sum y_i}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum \ln x_i)^2}$$

$$a = \frac{1}{n} (\sum y_i - b \sum \ln x_i)$$

$$r^2 = \frac{\left[\sum y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum \ln x_i \sum y_i \right]^2}{\left[\sum (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum \ln x_i)^2 \right] \left[\sum y_i^2 - \frac{1}{n} (\sum y_i)^2 \right]}$$

AJUSTAMENTO À CURVA POTENCIAL



$$b = \frac{\sum (\ln x_i)(\ln y_i) - \frac{(\sum \ln x_i)(\sum \ln y_i)}{n}}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{(\sum \ln x_i)^2}{n}}$$

$$a = \exp \left[\frac{\sum \ln y_i}{n} - b \frac{\sum \ln x_i}{n} \right]$$

$$r^2 = \frac{\left[\sum (\ln x_i)(\ln y_i) - \frac{(\sum \ln x_i)(\sum \ln y_i)}{n} \right]^2}{\left[\sum (\ln x_i)^2 - \frac{(\sum \ln x_i)^2}{n} \right] \left[\sum (\ln y_i)^2 - \frac{(\sum \ln y_i)^2}{n} \right]}$$

Na etapa complementar do ensaio de laboratório, duas soluções preservativas, com pentaclorofenato de sódio e pentaclorofenato de sódio mais bórax, na proporção 1:1,5, foram testadas, para procurar ilustrar o efeito das formulações utilizadas sobre a resposta do fungo *Aspergillus niger*.

Neste ensaio, foram utilizadas concentrações a 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 e 1,0% para ambos os casos, com 3 repetições por concentração/produto.

Os dados obtidos, avaliados segundo a metodologia da etapa preliminar, foram utilizados para o cálculo de análise de regressão. Eles objetivaram observar o ajustamento entre a concentração/produto e a resposta do fungo, às curvas descritas pelas equações, bem como a influência do bórax e do tempo em que o ensaio foi procedido sobre a resposta do fungo teste, pela comparação entre curvas.

Para a execução do experimento, utilizaram-se apenas meios compatíveis com a situação prática industrial.

O cozimento da dextrose de batata-ágar foi feito em frascos de vidro, em banho-maria, por 30 minutos após iniciar a ebulição da água, com uma quantidade de 33 g de meio nutritivo e 967 ml de água destilada.

Após o cozimento, o meio de cultura foi imediatamente transferido para um copo de Becker, de onde retirou-se, em quantidades iguais, o meio de cultura para distribuí-lo nas placas de Petri. Para este propósito foi utilizado um dosador de medicamentos líquidos, com uma capacidade volumétrica de aproximadamente 11 ml.

Depois do resfriamento e solidificação do meio de cultura colocado nas placas de Petri, eles foram cortados circular-

mente na posição central da placa, com a seção transversal aberta de uma cápsula metálica de projétil para revólver ca libre 38. A porção cortada foi, a seguir, retirada pelo auxílio de uma pinça.

As placas de Petri preparadas foram inoculadas por polvilhamento de esporos, conforme prática executada na etapa preliminar. A cada uma delas colocou-se uma gota de solução preservativa, com variações entre os produtos e as concentrações por produto, previamente controladas.

As soluções preparadas foram depositadas na cavidade produzida no meio de cultura, pelo uso de um conta-gotas normal, na quantidade de uma gota por placa de Petri.

As placas de Petri foram levadas a seguir, a uma estufa normal, para incubação a 27°C, a qual foi mantida com recipientes contendo água e com o respiro fechado para que se criasse uma alta umidade relativa interna no período do ensaio.

Depois de 48 horas do início da incubação, a área circular onde os esporos do fungo não germinaram foi avaliada, por medições da borda do orifício produzido à borda da área livre de germinação de esporos, em 4 posições radiais, a 0°, 90°, 180° e 270° a partir de uma posição tomada ao acaso. O valor médio das 4 posições avaliadas, foi considerado como resposta do fungo à solução/concentração utilizada por placa de Petri.

Os valores obtidos por solução preservativa, pareados com a concentração da solução correspondente, foram usados para cálculos de regressão linear, logarítmica, exponencial, potencial e polinomiais quadrática e cúbica, conforme descrito na fase preliminar.

6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 - EXPERIMENTO DE CAMPO

O experimento de campo foi avaliado de duas formas diferentes, como havia sido previsto na metodologia preestabelecida, ou seja, por avaliação direta a superfície bruta da madeira serrada e após retirada de fina camada da superfície da madeira, pelo uso de uma plaina.

6.1.1 - Avaliações Sobre a Superfície Bruta da Madeira

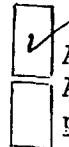
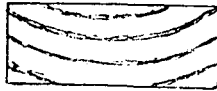
Os resultados obtidos nesta forma de avaliação são apresentados a seguir e de forma ordenada, por pilha e por camada em cada pilha, conforme formulário de campo utilizado na avaliação do grau de ataque de fungos à madeira.

A cada quadrícula do retângulo que representa uma camada, identificou-se a peça observada na parte superior e o grau de ataque por fungos na parte inferior.

A partir dos formulários de campo, o mapa apresentado a seguir (Tabela 01), foi confeccionado para se observar com mais clareza a performance relativa dos produtos preservativos incluídos no experimento. As mesmas codificações utilizadas para o preenchimento dos formulários de campo foram usadas.

PILHA Nº 1

CORTE:



Avaliação direta.
Avaliação após lim-
peza superficial.

1ª camada:

21 A	11 LA	11 LA	13 LA	12 LA	T SA	21 LA
T SA	32 PA	32 PA	T PA	23 A	31 LA	13 LA
22 SA	12 PA	33 A	33 A	22 A	23 A	31 LA

Observações:

2ª camada:

21 A	22 SA	23 PA	33 LA	31 NA	21 LA	11 LA
22 SA	11 SA	13 A	T A	T SA	23 PA	32 LA
32 NA	12 LA	13 PA	12 LA	T SA	33 LA	31 NA

Nº 32: ataque apenas
e 1/1 canal resinífero

3ª camada:

11 SA	21 A	33 NA	23 A	31 NA	13 PA	22 NA
T SA	12 SA	T SA	23 A	12 A	13 A	21 NA
31 LA	11 A	32 NA	32 NA	22 A	T SA	33 NA

4ª camada:

21 SA	11 A	31 LA	22 LA	13 LA	21 NA	23 LA
12 A	33 SA	T A	32 LA	31 LA	T A	T A
12 SA	32 PA	11 PA	22 PA	13 LA	23 NA	33 NA

Nº 23: Orientação de
corte inclinada

5ª camada:

T SA	33 LA	12 PA	21 LA	11 PA	23 LA	T A
32 SA	23 A	12 A	21 SA	31 NA	31 LA	11 LA
33 SA	22 SA	32 NA	T A	13 LA	13 LA	22 NA

2º Nº 31: só color?

Nº 33: predomina color?

Codificação das peças:

T: Testemunhas
1º Nº: código do produto,
onde:
1=Folpet-50
2=Humogran
3= Na-PCP + Borax
2º Nº: Concentrações 1,2 e 3.

Codificação do grau de ataque:

SA: Severamente atacada (100-50%)
A: Atacada (50-10%)
PA: Pouco atacada (10-5%)
LA: Levemente atacada (5-0%)
NA: Não atacada (0%).

PILHA Nº 2

CORTE:



Avaliação direta.
Avaliação após limpeza superficial.

1ª camada:

22 A	31 A	33 A	11 LA	13 PA	32 LA	21 PA
T SA	23 A	11 A	T SA	31 PA	12 A	23 A
32 PA	33 SA	13 SA	12 PA	22 A	T SA	21 A

Observações:

2ª camada:

22 PA	13 LA	31 NA	23 PA	21 PA	12 PA	33 NA
22 PA	11 A	T SA	31 PA	32 NA	23 PA	13 LA
T A	32 NA	21 PA	12 PA	11 A	T PA	33 NA

3ª camada:

33 PA	13 LA	22 LA	31 NA	33 NA	T PA	T PA
11 PA	12 A	T SA	31 NA	22 PA	13 LA	23 NA
23 PA	32 PA	11 A	32 PA	21 PA	12 LA	21 NA

us 13: ataque apenas em
e canais resiníferos

4ª camada:

T A	12 PA	31 NA	33 NA	22 NA	11 LA	21 NA
23 A	32 LA	33 PA	T SA	11 PA	21 NA	22 LA
12 A	13 PA	31 LA	32 NA	13 PA	T PA	23 PA

5ª camada:

T A	32 NA	13 PA	21 PA	11 NA	12 LA	T PA
23 A	33 PA	T SA	31 PA	22 PA	21 NA	11 PA
31 NA	13 LA	23 PA	32 NA	22 NA	33 NA	12 LA

Codificação das peças:

T: Testemunhas

1º Nº: código do produto,
onde:

1=Folpet-50

2=Humogran

3= Na-PCP + Borax

2º Nº: Concentrações 1,2 e 3.

Codificação do grau de ataque:

SA: Severamente atacada (100-50%)

A: Atacada (50-10%)

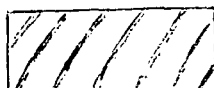
PA: Pouco atacada (10-5%)

LA: Levemente atacada (5-0%)

NA: Não atacada (0%).

PILHA Nº 3

CORTE:



Avaliação direta.
Avaliação após limpeza superficial.

1ª camada:

23 A	22 SA	32 PA	T SA	11 PA	T SA	13 LA
21 A	31 LA	23 SA	21 SA	33 A	T SA	12 PA
33 A	31 A	32 A	22 SA	13 LA	12 A	11 LA

Observações:

2ª camada:

22 A	13 A	21 A	21 LA	32 NA	12 PA	31 LA
11 SA	T SA	23 PA	11 PA	33 A	13 A	T SA
32 NA	22 A	T SA	33 PA	23 PA	31 NA	12 NA

Nº 12: ataque na face, tangencial e/ou pontual.
Nº 12: desconsiderado ataque p/ topo da tora

3ª camada:

33 A	31 SA	T SA	23 PA	21 A	32 LA	22 PA
21 A	11 SA	12 PA	22 A	23 SA	T SA	T SA
32 LA	12 A	33 A	11 SA	13 SA	13 PA	31 LA

4ª camada:

T SA	11 NA	32 PA	21 A	11 PA	21 SA	T SA
13 A	23 SA	33 A	22 PA	T SA	32 LA	31 A
12 PA	22 A	12 PA	31 PA	23 PA	13 A	33 LA

Nº 32: atacada apenas em 2 camadas resiníferas

5ª camada:

33 LA	T SA	23 A	12 PA	31 NA	22 PA	31 NA
32 PA	22 SA	33 A	32 PA	13 PA	21 PA	23 LA
21 LA	11 SA	T SA	T SA	11 A	13 PA	12 PA

Codificação das peças:

T: Testemunhas

1º Nº: código do produto,

onde:

1=Folpet-50

2=Humogran

3= Na-PCP + Borax

2º Nº: Concentrações 1, 2 e 3.

Codificação do grau de ataque:

SA: Severamente atacada (100-50%)


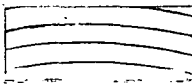
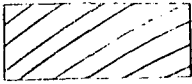
A: Atacada (50-10%)

PA: Pouco atacada (10-5%)

LA: Levemente atacada (5-0%)


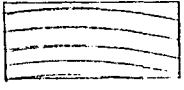

NA: Não atacada (0%).

TABELA 1 - MAPA DOS RESULTADOS DO EXPERIMENTO DE CAMPO, PARA AS TRÊS FORMAS DE CORTE DA MADEIRA, OS TRÊS PRODUTOS PRESEVATIVOS E O GRAU DE ATAQUE À MADEIRA

PILHA/TIPO DE CORTE-EM-PILHAMENTO	Nº 1 	Nº 2 	Nº 3 
GRAU DE ATAQUE	SA A PA LA NA	SA A PA LA NA	SA A PA LA NA
1ª CAMADA (Superficial)	T 21 T 11 T 22 12 11 22 23 32 12 23 32 13 33 13 33 21 31 31	T 11 12 11 T 12 13 32 T 21 21 13 22 31 33 22 32 23 23 31 33	T 12 11 11 T 21 12 13 T 23 32 13 21 31 31 22 32 22 33 23 33
2ª CAMADA	T T 13 11 31 T 13 23 12 31 11 21 23 12 32 22 21 22 32 33 33	T T T 13 31 11 12 13 32 11 12 32 21 33 21 33 22 22 23 23 31	T 13 11 21 12 T 13 12 31 31 T 21 23 32 11 22 23 32 22 33 33
3ª CAMADA	T 11 13 31 21 T 12 22 T 13 31 11 21 32 12 22 32 23 33 23 33	T 11 T 12 21 12 T 13 23 11 13 31 21 22 31 22 33 23 23 32 32 33	T 12 12 31 T 21 13 32 T 21 22 32 11 22 23 11 33 13 33 23 31

Continua ...

TABELA 1 - MAPA DOS RESULTADOS DO EXPERIMENTO DE CAMPO, PARA AS TRÊS FORMAS DE CORTE DA MADEIRA, OS TRÊS PRODUTOS PRESERVATIVOS E O GRAU DE ATAQUE À MADEIRA




PILHA/TIPO DECORTE-EM-PILHAMENTO	Nº 1 	Nº 2 	Nº 3 
GRAU DE ATAQUE	SA A PA LA NA	SA A PA LA NA	SA A PA LA NA
4ª CAMADA	12 T 11 13 21 21 T 22 13 23 33 T 32 22 33 11 23 12 31 31 32	T T T 11 21 12 11 22 21 23 12 31 22 13 32 31 13 32 23 33 33	T 13 11 32 11 T 13 12 33 T 21 12 21 22 22 23 31 23 33 31 32
5ª CAMADA	T T 11 11 22 21 T 12 13 31 22 12 13 32 32 23 21 33 23 31 33	T T T 12 11 23 11 12 21 13 13 22 21 31 22 32 23 32 31 33 33	T 11 12 21 31 T 23 12 22 31 T 33 13 23 11 13 33 22 21 32 32

LEGENDA:

SA = Severamente Atacada
 A = Atacada
 PA = Pouco Atacada
 LA = Levemente Atacada
 NA = Não Atacada

A Tabela 02 apresenta os resultados obtidos pela interpretação do quadro anterior, comparando-se individualmente as peças de cada camada/pilha montada. Estes resultados expressam a ordem de eficiência dos produtos por pilha, representando diferentes tipos de corte da madeira ou formas de empilhamento, e dos produtos preservativos entre diferentes camadas das pilhas.

TABELA 2 - ORDEM DO GRAU DE EFICIÊNCIA NA PROTEÇÃO DA MADEIRA ENTRE PILHAS, POR CAMADA E PRODUTO PRESERVATIVO, E ENTRE PRODUTOS, POR CAMADA E PILHA DE MADEIRA

PILHA DE MADEIRA	<div> <div>Nº 1 </div> <div>Nº 2 </div> <div>Nº 3 </div> </div>		
	- PRODUTOS PRESERVATIVOS* -		
. 1ª camada	1 > 3 > 2	1 = 3 > 2	1 > 3 > 2
. 2ª camada	3 > 1 = 2	3 > 1 = 2	3 > 2 > 1
. 3ª camada	3 > 2 > 1	3 = 2 > 1	3 > 2 > 1
. 4ª camada	3 = 2 > 1	3 > 2 > 1	3 > 1 > 2
. 5ª camada	1 = 2 = 3	3 > 1 > 2	1 = 2 = 3
PRODUTO PRESERVATIVO	<div> <div>Nº 1 - FOLPET</div> <div>Nº 2 - HUMOGRAN</div> <div>Nº 3 - PENTACLOROFENATO-Na</div> </div>		
	- PILHAS DE MADEIRA**-		
. 1ª camada	1 > 3 > 2	1 = 2 > 3	1 > 3 > 2
. 2ª camada	1 = 2 > 3	2 > 3 > 1	2 > 1 > 3
. 3ª camada	2 > 1 > 3	2 > 1 = 3	1 > 2 > 3
. 4ª camada	3 > 1 > 2 (conc. 1e2)	2 > 1 > 3	2 > 1 > 3
	1 > 2 > 3 (conc. 3)		
. 5ª camada	2 > 1 > 3	2 > 3 > 1	1 > 2 > 3

*Os números apresentados referem-se ao número de código dos produtos, conforme especificado na parte inferior do quadro.

**Os números apresentados referem-se ao número de código da pilha, montada com peças com diferentes tipos de corte/empilhamento, conforme representação gráfica na parte superior do quadro.

Analisando os dados da Tabela 2, verificou-se que o pentaclorofenato de sódio (Na-PCP) apresentou melhor desempenho na proteção da madeira do interior das pilhas, nos três tipos de corte/empilhamento das peças. No entanto, nas peças da superfície das pilhas, o produto que se destacou com melhor performance foi o Folpet-50, nos níveis de concentração das soluções utilizadas.

Nas peças da superfície das pilhas, o Na-PCP conferiu proteção similar a do produto Folpet-50, somente em peças cortadas tangencialmente aos anéis de crescimento, quando empilhadas com o menor número de raios da madeira voltados para cima.

Nesta situação, em que as peças do experimento ficaram expostas aos fatores ambientais de forma mais drástica, apesar do Na-PCP não ter proporcionado melhor proteção que o produto Folpet-50, a sua performance sempre foi melhor que a do produto Humogran.

No interior das pilhas, além do produto Folpet-50 demonstrar menor eficiência que o Na-PCP em quase todos os casos, em termos de frequência sobre a sua eficiência por camada/pilha, ele mostrou-se também inferior ao produto Humogran. Apenas em 2 entre 12 camadas ele demonstrou superioridade ao produto Humogran, independentemente do tipo de corte/empilhamento das peças, contra 6 entre 12 camadas com superioridade para o produto Humogran e 4 em 12 camadas com proteção similar.

Na quinta camada das pilhas 1 e 3, ocorreu similar "proteção" entre os três produtos preservativos aplicados mas, com um número de peças manchadas significativamente maior

que na pilha 2 (vide tabela 1), na qual os graus de eficiência dos produtos são diferenciados como Na-PCP > Folpet > Humogran. Isto poderia ser explicado, pelo fato da pilha 2 ter sido colocada em terreno com menos empoçamento e em uma situação mais ventilada, proporcionando o secamento da madeira com maior velocidade.

O fato de haver eficiência diferenciada neste único caso para a 5ª camada, e esta se repetir na mesma ordem para a 4ª camada da pilha nº 3, pode significar que ambas as camadas estejam em condições de secagem similares. Consequentemente, o produto Folpet pode ter qualidades superiores as do Humogran em condições específicas do interior da pilha. Neste caso, é razoável dizer que o produto Folpet possa ter qualidades excepcionais, onde a madeira se mantém por maior período de tempo a teores de umidade elevados, ou sofra reumidificação com maior intensidade e frequência, como na situação da superfície das pilhas. Por outro lado, em situações de secagem mais aceleradas, o produto Humogran mostra-se mais eficaz, depois do Na-PCP.

No que se refere ao tipo de corte/empilhamento da madeira, que diferencia cada pilha formada para o experimento de campo, as seguintes considerações podem ser feitas, quanto a suscetibilidade do material instalado:

- a) As peças cortadas tangencialmente aos anéis, quando empilhadas na superfície da pilha com a face que contém o maior número de raios da madeira voltada para cima, foi a que apresentou menos suscetibilidade a fungos manchadores.

Desde que os raios da madeira possuem um alto teor de nutritivos para fungos manchadores, e através deles é que a propagação deste agente se dá com maior velocidade para o interior de peças cortadas tangencialmente aos anéis de crescimento - considerações sobre a espessura das peças -, parece não fazer sentido que estas peças tenham sido menos atacadas que as da pilha nº 2, cortadas da mesma forma, mas empilhadas com o menor número de raios da madeira para cima.

No entanto, a partir do momento em que a madeira atinge o ponto de saturação das fibras, situação esta mais conveniente para a penetração de fungos, inicia-se a contração na face inferior das peças em maior intensidade que na face superior, curvando-as com as bordas para baixo. Isto permite o escoamento rápido da água de chuvas, com reduzida absorção pela madeira. A situação inversa ocorre com as peças da pilha número 2, refletindo numa maior dificuldade para a secagem da madeira, abaixo do ponto de saturação das fibras.

Outro fator que contribui para a maior absorção da água de chuvas pelas peças da pilha número 2, em relação as da pilha número 1, é a maior quantidade de fendas desenvolvidas na superfície superior e em maiores dimensões.

Pelo fato das peças da superfície das pilhas, tratadas com o produto Humogran, terem sido praticamente todas atacadas, não foi possível observar diferenças entre as formas de empilhamento destas peças, para o período de tempo em que se efetuou o experimento.

- b) As peças cortadas radialmente e/ou sem uma orientação definida, que formaram a camada superficial da pilha 3, tiveram suscetibilidade a fungos manchadores intermediária entre as peças da superfície das pilhas 1 e 2, exceto quando tratadas com o produto Humogran.

É compreensível, dentro do aspecto levantado para as peças das pilhas 1 e 2, que quando o corte da madeira não é feito de forma orientada, a contração causará torções destas peças de forma variada, e a menor ou maior absorção da água das chuvas ficará em função de cada deformação em particular.

As peças orientadas radialmente, por outro lado, tendem a se contrair de forma mais homogênea, mesmo que em diferentes proporções segundo os eixos anatômicos da madeira, mantendo-se planas e diferenciando-se das demais.

Ao passo que os dois parágrafos anteriores explicam as diferenças em contrações/absorção de água pela madeira, outras variáveis também poderiam afetá-las, como a quantidade de canais resiníferos seccionados longitudinalmente.

É muito provável que a maior suscetibilidade das peças cortadas radialmente e/ou sem orientação definida, quando tratadas com o produto Humogran, seja uma resposta do produto preservativo empregado. As soluções não as protegeram de forma adequada, nas condições em que as peças foram alocadas no experimento.

Comparando-se os resultados para o produto Humogran, tabela nº 2, em relação aos demais produtos, pode-se observar que ocorreu um ganho em proteção para a pilha 2 em

relação a 1, e uma perda mais significativa para a pilha 3 em relação as pilhas 1 e 2. Isto vem de encontro com a hipótese feita no parágrafo anterior.

Os resultados demonstram com clareza, que as peças menos suscetíveis ao ataque de fungos manchadores, quando alocadas no interior das pilhas, são as confeccionadas pelo corte tangencial aos anéis de crescimento da madeira. Para as tratadas com os produtos Folpet-50 e pentaclorofenato de sódio + bórax, as posições em que as peças foram empilhadas, não apresentam diferenças que possam ser facilmente interpretadas mas, sem dúvida alguma, as peças cortadas radialmente e/ou sem uma orientação definida foram as mais atacadas.

A contração da madeira, abaixo do ponto de saturação das fibras, que explica a diferença de absorção de água das chuvas e do grau de ataque à madeira por fungos manchadores, não pode ser considerada da mesma maneira para as peças do interior da pilha, pelas seguintes razões:

- a) A chuva não incide diretamente nas superfícies das peças do interior da pilha, mas nas da superfície da pilha;
- b) O excesso de água que escorre das peças da superfície, cai em maior volume, principalmente no vão entre as peças do interior. Normalmente só as laterais das peças são molhadas;
- c) Se a pilha estiver montada com alguma inclinação no seu maior comprimento, o que é um fato frequente na prática, o maior volume de água escorre pela superfície das peças

de cima da pilha até um de seus topos; predominantemente por uma de suas bordas se ela também tiver certa inclinação perpendicularmente ao comprimento das peças, caindo fora da pilha;

- d) Na situação anterior, a água que consegue atingir a superfície das camadas inferiores, escorre até os separadores para descer a outras camadas, mas o maior volume cai no vão entre as peças, junto aos separadores ou a curta distância deles. Pouco volume de água conseguirá ir de separador a separador até o topo das peças, para então cair fora da pilha;
- e) Após as superfícies das peças já estarem um pouco secas, mesmo que a água atinja algumas peças do interior da pilha, normalmente ela não é suficiente para reumedecê-las como as da camada superior, que atingem altos teores de umidade com a água absorvida;
- f) O peso próprio da madeira empilhada, contribue para restringir a deformação das peças pelo fenômeno de contração da madeira, em função da altura em que as peças se encontram dentro da pilha.

As peças de madeira tratadas com o produto Humogran apresentaram resultados diferentes das tratadas com os outros produtos. Reparou-se que as peças menos suscetíveis ao ataque de fungos manchadores, foram sempre as confeccionadas por corte tangencial aos anéis de crescimento, mas quando empilhadas com o menor número de raios da madeira para cima. As peças das outras duas pilhas, praticamente se alternaram entre camadas como a segunda menos suscetível e a mais suscetível.

A partir do mapa dos resultados montado com os dados do experimento de campo (Tabela nº 1), e criteriosa análise entre a eficiência na proteção das peças de cada pilha, elaborou-se a Tabela 3 a seguir. Ele foi empregado na identificação dos produtos mais eficazes e/ou de valores correspondentes, entre os produtos/concentrações, bem como para a confirmação das interpretações anteriores. Para o julgamento da eficiência dos produtos/concentrações, a ordem de superioridade obedeceu o seguinte padrão:

$$NA > LA > PA > A > SA$$

$$PA + SA > A + A$$

$$LA + LA = NA + PA$$

$$NA + SA = LA + A \text{ ou } SA$$

$$LA + PA > NA + A$$

$$NA + A > LA + A \text{ ou } SA$$

$$LA + SA = PA + A$$

$$NA + A > PA + A \text{ ou } SA$$

$$LA + LA > NA + A \text{ ou } SA$$

etc., onde:

$$LA + LA > PA + A \text{ ou } SA$$

$$NA = \text{não atacada (0\%)}$$

$$PA + PA > NA + A \text{ ou } SA$$

$$LA = \text{levemente atacada (0-5\%)}$$

$$PA + PA > LA + A \text{ ou } SA$$


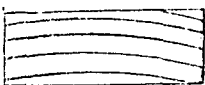



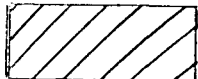



$$PA = \text{pouco atacada (5-10\%)}$$

$$PA + A = LA + SA$$

$$A = \text{atacada (10-50\%)}$$

$$SA = \text{severamente atacada (50-100\%)}$$

TABELA 3 - ORDEM DE EFICIÊNCIA DOS PRODUTOS PRESERVATIVOS UTILIZADOS/CONCENTRAÇÕES ADOTADAS, NA PROTEÇÃO DA MADEIRA CONTRA FUNGOS MANCHADORES

CANADA	PILHA/FORMA DE EMPILHAMENTO	ORDEM DE EFICIÊNCIA DOS PRODUTOS/CONCENTRAÇÕES
1ª camada		$F_1 = F_3 = P_1 > F_2 > P_2 > H_1 > H_3 = P_3 > H_2$
		$P_2 > F_1 > F_2 = H_1 = P_1 > F_3 > H_2 = H_3 > P_3$
		$F_3 > F_1 > P_1 > F_2 = P_2 > P_3 > H_1 = H_3 > H_2$
2ª camada		$P_1^* > P_2 > P_3 = F_2 > H_3 > H_1 > F_3 = F_1 > H_2$
		$P_3^* = P_2^* > P_1 = F_3 > F_2 = H_1 = H_2 = H_3 > F_1$
		$P_2^* > P_1 > F_2 > H_3 > H_1 > P_3 > F_1 > H_2 = F_3$
3ª camada		$P_3^* = P_2^* > P_1 > H_1 = H_2 > F_3 > H_3 > F_1 = F_2$
		$P_1^* > F_3 = H_1 = H_3 = P_3 > H_2 > P_2 > F_2 > F_1$
		$P_2^* > P_1 = F_2 = H_2 > F_3 = H_3 > H_1 = P_3 > F_1$

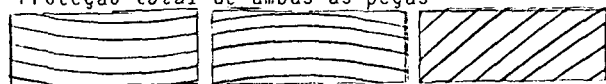
*Proteção total de ambas as peças

Continua ...

TABELA 3 - ORDEM DE EFICIÊNCIA DOS PRODUTOS PRESERVATIVOS UTILIZADOS/CONCENTRAÇÕES ADOTADAS, NA PROTEÇÃO DA MADEIRA CONTRA FUNGOS MANCHADORES (Continuação)

CAMADA	PILHA/FORMA DE EMPILHAMENTO	ORDEM DE EFICIÊNCIA DOS PRODUTOS/CONCENTRAÇÕES
4ª camada		$H_3 > F_3 = P_1 > H_2 = P_2 > H_1 = P_3 > F_1 > F_2$
		$H_1^* > H_2 = P_1 = P_2 > P_3 > F_1 > F_3 > F_2 = H_3$
		$F_1 > P_2 > F_2 = P_3 > H_2 = P_1 > H_3 > F_3 > H_1$
5ª camada		$P_1 > F_3 > F_1 > H_3 = H_2 = P_2 > F_2 = H_1 = P_3$
		$P_2^* > F_1 = F_2 = H_1 = H_2 = P_1 = P_3 > F_3 > H_3$
		$P_1^* > H_1 > F_2 = F_3 = P_2 > H_3 = P_3 > H_2 > F_1$

*Proteção total de ambas as peças



: Representações gráficas dos tipos de cortes/ formas de empilhamento utilizadas por pilha de madeira.

- . Linha tracejada: separação onde as 2 peças/camada encontram-se entre NA e PA (esquerda); 1 das peças encontra-se entre NA e PA (centro) e ambas se encontram entre A e SA (direita)
- . F_1 , 2 e 3: Produto Folpet-50, a 0,675; 0,900 e 1,125% de concentração do ingrediente ativo, respectivamente.
- . H_1 , 2 e 3: Produto Humogran, a 0,3375; 0,4500 e 0,5625% de concentração do ingrediente ativo, respectivamente.
- . P_1 , 2 e 3: Pentaclorofenato de sódio mais bórax, na relação 1:1,5, a 0,525; 0,700 e 0,875% de concentração, em base ao pentaclorofenato de sódio, respectivamente.

Por análise sobre os resultados do Tabela 3, confirma-se o menor desempenho do pentaclorofenato de sódio na proteção das peças da superfície das pilhas (1ª camada), onde o produto Folpet-50 se destacou com superioridade e o produto Humogran com inferioridade aos demais.

Por esta razão, e pelo fato do pentaclorofenato de sódio demonstrar melhor desempenho que os demais produtos nas camadas do interior das pilhas, pode-se afirmar que os fatores ambientais exercem efeitos negativos sobre o pentaclorofenato de sódio e/ou interação negativamente na proteção da madeira. Por outro lado, o produto Folpet-50 aparentemente não foi afetado por estes fatores ou, caso tenha havido alguma influência, ela não foi pronunciada.

De forma geral, excetuando-se a quarta camada das pilhas, o pentaclorofenato de sódio proporcionou melhor proteção às peças do interior das pilhas.

As peças de madeira que foram mais protegidas contra fungos manchadores na camada superficial das pilhas, foram as confeccionadas por corte tangencial aos anéis de crescimento da madeira, quando voltadas com a superfície que possuía o maior número de raios para cima.

Para esta forma de corte/empilhamento da madeira, os tratamentos mais eficazes foram feitos a base do produto Folpet-50 a 0,675 e 1,125% de concentração (i.a.) e do pentaclorofenato de sódio a 0,525% de concentração (i.a.), com igual proteção. Dentro dos critérios de avaliação adotados, foram então o produto Folpet-50 a 0,9% conc. (i.a.) e o pentaclorofenato de sódio a 0,7% de conc. (i.a.), respectivamente.

Os demais tratamentos não resultaram em proteção adequada, em vista que pelo menos uma das peças/tratamento estava com a superfície atacada entre 10 a 100% de sua área total.

A pior forma de corte/empilhamento das peças, aparentemente foi a orientada tangencialmente aos anéis de crescimento da madeira, com o menor número de raios para cima. Deste modo apenas o pentaclorofenato de sódio a 0,7% de concentração (i.a.) deu proteção, a ponto de não permitir que o ataque à superfície das peças fosse superior a 10%. Nestas condições, valores de proteção equivalentes foram conseguidos com o produto Folpet a 0,675% de conc., Humogran a 0,3375% de conc. e pentaclorofenato de sódio a 0,525% de conc., a um nível de proteção da madeira inferior.

No nível de concentração de 0,7% para o pentaclorofenato de sódio, recomendado para uma proteção adequada da madeira em condições similares as que ocorreram durante o teste de campo, infelizmente não existem valores correspondentes para os outros produtos. Isto vale dizer, que para as peças mais suscetíveis na superfície de uma pilha de madeira normalmente montada, os outros produtos/concentrações utilizados não puderam protegê-las convenientemente.

O tratamento que mais se aproximou do pentaclorofenato de sódio a 0,7% de conc., foi o com solução a base do produto Folpet, a 0,675% de concentração.

Uma ocorrência interessante, demonstrada pelos resultados do experimento de campo, foi a obtenção dos resultados fora da ordem esperada, apontando com frequência melhor proteção da madeira a níveis de concentração mais baixos, para os três produtos testados. Isto também observa-se para as camadas do interior das pilhas de madeira.

Como cada camada representa uma situação diferente das demais, quer pelo tipo de corte anatômico da madeira, quer pela altura em que ela se encontra na pilha, torna-se impossível a interpretação destes resultados. No entanto, apesar de existirem apenas duas repetições/tratamento/camada/pilha, e a eficiência na proteção quase sempre fugir ao que se esperava em todas as camadas das pilhas, a hipótese que esta observação seja falsa, atribuindo-se à falta de representatividade das amostras, deve ser descartada.

As peças alocadas no interior das pilhas, mostram que a performance dos produtos foi diferente da apresentada nas camadas superficiais, especialmente no caso das menos protegidas, na situação anterior.

Nas condições acima, as peças cortadas tangencialmente aos anéis de crescimento, quando voltadas com a superfície com o menor número de raios para cima, foram as mais protegidas pelos tratamentos preservativos efetuados.

As peças protegidas com menos eficiência foram as confeccionadas sem uma orientação anatômica bem definida ou cortadas radialmente. Consequentemente, as protegidas dentro de uma eficiência intermediária, foram as em corte tangencial com o maior número de raios na sua face superior, ou seja, as que apresentaram-se como melhores nas camadas superficiais das pilhas.

A excessão observada para as quintas camadas, inclusive na homogeneidade da eficiência entre produtos para as peças da camada mais protegida, provavelmente deve-se a situação em que as camadas se encontravam, onde a madeira sofreu secagem mais lenta em relação às demais.

Pela mesma razão, mas provavelmente com uma secagem mais rápida que na quinta camada, a quarta camada sofreu modificação na ordem dos produtos utilizados, segundo o desempenho demonstrado.

O tratamento a base de pentaclorofenato de sódio demonstrou ser mais eficiente na proteção da madeira do *Pinus elliottii*, exceto na quarta camada de cada pilha do experimento.

No que concerne a equivalência entre produtos, os dados obtidos não permitem um relacionamento satisfatório, por falta de frequência entre os resultados de cada camada por pilha. No entanto, isto é óbvio, uma vez que cada camada representa uma situação ímpar, considerando-se a variação entre pilhas e/ou dentro de cada pilha em particular.

Em termos de tendências, para as camadas do interior da pilha nº 2, com peças em corte tangencial aos anéis de crescimento e com o menor número de raios voltados para cima, a melhor performance foi para pentaclorofenato de sódio, seguida pela do produto Humogran e, finalmente, pela do produto Folpet-50.

Nas camadas da pilha nº 1, com peças cortadas tangencialmente aos anéis de crescimento, com a superfície que continha o maior número de raios para cima, o mesmo não se repetiu para os resultados Humogran e Folpet, pela alternância entre eles ser muito frequente. Desta forma, não se pode estimar qual deles proporcionou melhor proteção à madeira.

Para a madeira do interior da pilha, serrada em corte radial ou sem uma orientação definida, de forma geral o produto Folpet pode ser apontado como mais eficiente que o produto Humogran, mas ambos são inferiores ao pentaclorofenato de sódio.

6.1.2 - Avaliações sobre a Superfície da Madeira, após a Retirada de Fina Camada por Meio de Plaina

Na reavaliação das camadas da superfície das pilhas, após a limpeza do material com a retirada de fina camada de madeira, observou-se que os resultados diferiram drasticamente dos anteriores.

Os resultados obtidos para as camadas superficiais das pilhas são apresentados a seguir, no mesmo formato dos formulários de campo, para melhor visualizar as diferenças e compará-las aos apresentados e discutidos anteriormente:

Pilha 1:



21 PA	11 PA	11 PA	13 PA	12 PA	T SA	21 LA
T SA	32 PA	32 PA	T SA	23 A	31 LA	13 PA
22 A	12 PA	33 LA	33 NA	22 PA	23 SA	31 NA

Pilha 2:



22 PA	31 A	33 LA	11 PA	13 PA	32 LA	21 PA
T SA	23 PA	11 A	T SA	31 LA	12 PA	23 LA
32 LA	33 A	13 SA	12 PA	22 PA	T SA	21 PA

Pilha 3:



23 PA	22 PA	32 NA	T SA	11 A	T A	13 PA
21 PA	31 NA	23 A	21 PA	33 LA	T SA	12 PA
33 PA	31 NA	32 LA	22 LA	13 PA	12 A	11 A

Onde:

T = testemunha

1º Nº = código do produto

1 = Folpet

2 = Humogran

3 = Pentaclorofenato de sódio

2º Nº = concentração 1, 2 ou 3

SA = severamente atacada (100-50%)

A = atacada (50-10%)

PA = Pouco atacada (10-5%)

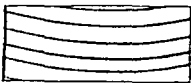
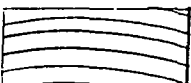
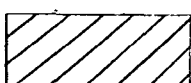
LA = levemente atacada (5-0%)

NA = não atacada (0%)

Os resultados da Tabela 4, mostram que a performance dos produtos na primeira camada das pilhas, não foi exatamente a apresentada na Tabela 2, pela primeira avaliação. Portanto, a limpeza da superfície da madeira é uma necessidade, para que se possa observar com segurança o efeito dos fungos manchadores.

A Tabela 5 abaixo, apresenta a interpretação dos resultados, de forma resumida, bem como os resultados da análise anterior, apresentados na Tabela 2.

TABELA 5 - ORDEM DO GRAU DE EFICIÊNCIA NA PROTEÇÃO DA MADEIRA, AVALIADA SEM E COM LIMPEZA DA SUPERFÍCIE DAS PEÇAS, POR PILHA E ENTRE PRODUTOS PRESERVATIVOS/ CONCENTRAÇÕES, PARA A PRIMEIRA CAMADA DAS PILHAS

FORMA DE AVALIAÇÃO/ PILHA DE MADEIRA	Nº 1 	Nº 2 	Nº 3 
. Madeira bruta (Avaliação anterior)	1 > 3 > 2	1 = 2 > 3	1 > 3 > 2
. Madeira Cepilhada	3 > 1 > 2	3 = 2 > 1	3 > 2 > 1

1: Folpet-50;

2: Humogran; e

3: Pentaclorofenato de sódio

Pelo fato da madeira praticamente não ter sido atacada por fungos de bolor, apenas as peças da superfície das pilhas precisaram ser cepilhadas, para que se observassem melhor os problemas na madeira. No entanto, nas condições climáticas normais do Sul do Brasil, o ataque pelos fungos de bolor é uma constante, ocorrendo simultaneamente com fungos manchadores, na espécie de madeira utilizada para o experimento.


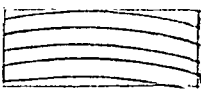
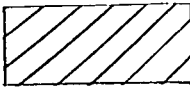
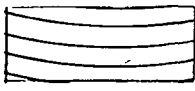
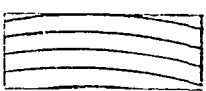
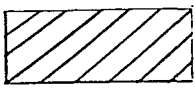
Consequentemente, sob tais condições, a limpeza superficial de todas as peças de cada pilha, seria indispensável para avaliações satisfatórias.

Uma avaliação previamente à limpeza, no entanto, é oportuna para determinar, em separado, o desempenho dos produtos sobre os fungos de bolor a que a madeira é suscetível.

Pela reavaliação do material, observa-se que houve uma alteração na "ordem de eficiência" dos produtos preservativos. Esta alteração, na verdade, refere-se à interpretação dos resultados, onde o produto Folpet-50 havia sido superestimado em relação aos demais.

A Tabela 6 apresenta os resultados de avaliações efetuadas por peça individual, sobre a eficiência de cada produto/concentração na prevenção do ataque de fungos manchadores. Para possibilitar comparações, são apresentados os resultados de ambas avaliações, com e sem limpeza da superfície da madeira.

TABELA 6 - ORDEM DE EFICIÊNCIA DOS PRODUTOS PRESERVATIVOS/CONCENTRAÇÕES, NA PROTEÇÃO DA MADEIRA CONTRA FUNGOS MANCHADORES, POR AVALIAÇÕES SEM E COM LIMPEZA DA SUPERFÍCIE DA MADEIRA

MATERIAL OBSERVADO	PILHA/FORNA DE EMPILHAMENTO	ORDEM DE EFICIÊNCIA DOS PRODUTOS
. Madeira bruta (Avaliação anterior)		$F_1 = F_3 = P_1 > F_2 > P_2 > H_1 > H_3 = P_3 > H_2$
		$P_2 > F_1 > F_2 = H_1 = P_1 > F_3 > H_2 = H_3 > P_3$
		$P_3 > F_1 > P_1 > F_2 = P_2 > P_3 > H_1 = H_3 > H_2$
. Madeira cepilhada		$P_1 = P_3 > H_1 > P_2 = F_1 = F_2 = F_3 > H_2 > F_2$
		$P_2^* > H_3 > H_1 = H_2 = F_2 > F_1 = P_1 = P_3 > F_3$
		$P_1^* > P_2 > P_3 > H_2 > H_1 = F_3 > F_2 = H_3 > F_1$

*Proteção total de ambas as peças



: Representações gráficas dos tipos de cortes/ formas de empilhamento utilizadas por pilha de madeira.

- . Linha tracejada: separação onde as 2 peças/camada encontram-se entre NA e PA (esquerda); 1 das peças encontra-se entre NA e PA (centro) e ambas se encontram entre A e SA (direita).
- . F_1 , 2 e 3: Produto Folpet-50, a 0,675; 0,900 e 1,125% de concentração do ingrediente ativo, respectivamente.
- . H_1 , 2 e 3: Produto Humogran, a 0,3375; 0,4500 e 0,5625% de concentração do ingrediente ativo, respectivamente.
- . P_1 , 2 e 3: Pentaclorofenato de sódio mais bórax, na relação 1:1,5, a 0,525; 0,700 e 0,875% de concentração, em base ao pentaclorofenato de sódio, respectivamente.

Os resultados das Tabelas 5 e 6 exemplificam o erro que poderia ser cometido na avaliação, caso o efeito de outros fatores, que não por fungos manchadores, não fossem eliminados da superfície da madeira.

Com a limpeza das peças pode se verificar que a proteção dada a madeira, por todos os produtos, foi melhor que a avaliada na fase anterior, desde que um maior número de peças foi protegido a níveis satisfatórios. Por outro lado, com a mudança na ordem de eficiência dos produtos preservativos, o tido anteriormente como menos eficaz, mostra-se como o de melhor qualidade para este propósito.

A melhor proteção à madeira foi proporcionada pelo pentaclorofenato de sódio + bórax, para os diferentes tipos de corte de madeira/formas de empilhamento. No entanto, para a madeira cortada tangencialmente aos anéis de crescimento, e empilhada com o menor número de raios para cima, esta afirmativa pode não ser verdadeira, por não existir repetições de resultados a níveis de eficiência vizinhos (Tabela 6).

Desta forma, o pentaclorofenato de sódio + bórax poderia ser menos eficaz que o produto Humogran e até mesmo que o produto Folpet-50.

Para a madeira serrada tangencialmente aos anéis de crescimento, empilhadas com a face que possuía o maior número de raios para cima, o melhor preservativo foi o pentaclorofenato de sódio + bórax, a 0,525 e 0,875% de concentração, com igual eficiência; então na concentração intermediária, na concentração de 0,7%. Apesar do produto Humogran ter aparecido entre os dois últimos níveis do pentaclorofenato de sódio, nas concentrações maiores ele fica em último lugar, dando então a impressão que o produto Folpet é o segundo melhor produto, nas concentrações de 0,675; 0,9 e 1,125%, respectivamente.

Para a madeira serrada perpendicularmente aos anéis de crescimento, ou sem orientação definida, a ordem de eficiência dos produtos é dada pelo pentaclorofenato de sódio, Humo-gran e Folpet, sendo o primeiro na ordem inversa de suas concentrações.

No que se refere ao tipo de corte/forma de empilhamento da madeira, a ordem de suscetibilidade da madeira não foi modificada da avaliada anteriormente, mesmo com uma quantidade de peças mais protegidas maiores.

6.2 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO

6.2.1 - Ensaios Biológicos para a Avaliação de Produtos Preservativos, Quanto a sua Difusibilidade na Madeira

6.2.1.1 - Ensaio efetuado com madeira sã, inoculada antes do tratamento preservativo

Os resultados deste ensaio não atingiram os objetivos almejados, por razões não bem compreendidas.

Observou-se que a madeira utilizada no ensaio, após 80 dias da inoculação, praticamente não foi atacada por fungos manchadores, mantendo a cor natural de seu interior conforme mostra a Figura 7 a seguir.

No decorrer do ensaio, verificou-se o desenvolvimento do fungo de bolor *Tricoderma* sp nas peças tratadas com o produto Busan 1009, tomando conta de toda a superfície, com rapidez. As peças tratadas com pentaclorofenato de sódio tiveram muito pouco ataque por este fungo, e sofreram secagem natural com maior rapidez em relação às demais: Enquanto o

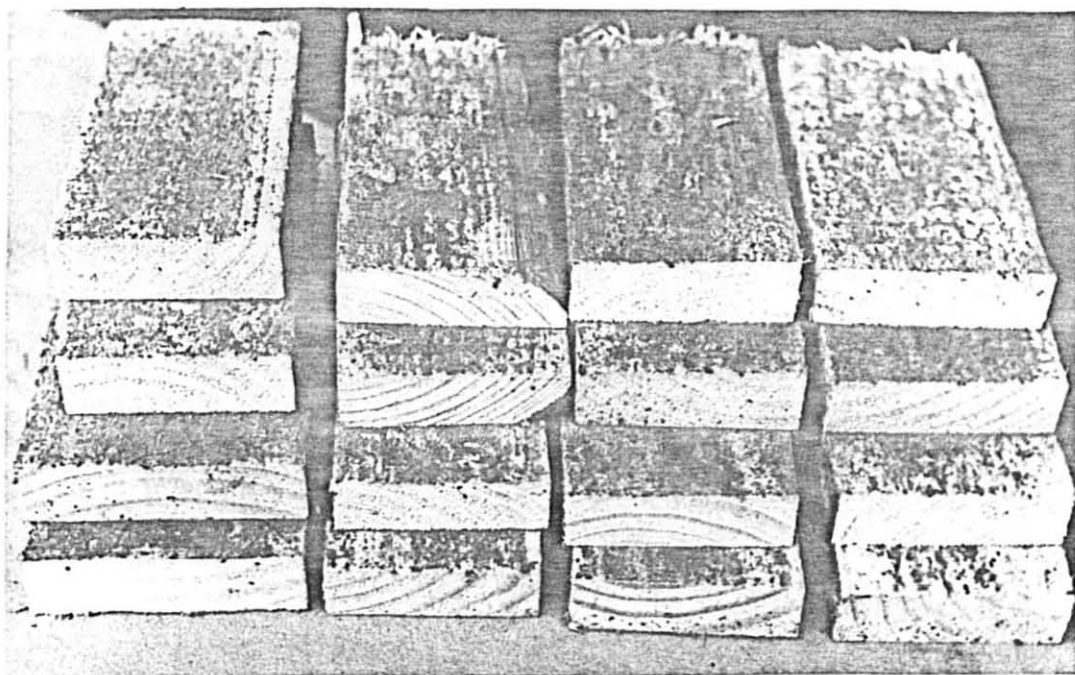


FIGURA 7 - ATAQUE À MADEIRA POR FUNGOS DE BOLOR, LIMITADO A SUPERFÍCIE DA MADEIRA

teor da umidade da madeira tratada com pentaclorofenato de sódio, já tinha atingido equilíbrio com o meio ambiente, em aproximadamente 30 dias, a atacada por bolor se mantinha mais úmida, levando cerca de 60 dias para atingir o mesmo teor de umidade da primeira.

Apesar do tratamento preservativo ter sido efetuado após a madeira ter permanecido 4 dias sob condições favoráveis aos fungos teste, tempo suficiente para que ocorresse penetração das hifas dos fungos manchadores, a profundidades superiores a que os produtos pudessem alcançá-las, apenas os

fungos de bolor foram visíveis nas superfícies das peças, no momento da avaliação.

Ao seccionar as peças para a avaliação final, observou-se que praticamente todas elas, tratadas com um ou outro produto, bem como as testemunhas, não sofreram descoloração interior. Algumas delas continham eventuais traços acompanhando os raios da madeira a partir da superfície, a curta distância.

Os resultados apresentados levam a crer que há uma grande possibilidade das seguintes hipóteses serem verdadeiras, necessitando-se, no entanto, pesquisas específicas para que sejam confirmadas:

- a) A madeira, quando acondicionada em ambiente saturado de umidade, na fase de incubação, não sofreu secagem suficiente, mantendo seus capilares completamente preenchidos por umidade (água livre). Com isto, não houve possibilidade dos fungos manchadores penetrarem em profundidade, pela inexistência de oxigênio no estado gasoso, no interior da madeira;
- b) O tratamento preservativo aplicado após o período de incubação, exterminou os fungos que se desenvolveram na camada superficial da madeira. Nas concentrações mais baixas, pelo menos os fungos manchadores foram exterminados, por se tratarem de fungos que normalmente não possuem alta tolerância a produtos preservativos;
- c) Às peças tratadas a concentrações mais altas, pode ter ocorrido a eliminação de ambos os tipos de agentes, desenvolvendo-se posteriormente os tolerantes não manchados.

res e; às tratadas a concentrações mais baixas, apenas os manchadores podem ter sido eliminados, com a sobrevivência dos fungos de bolor;

- d) Às peças testemunhas, que não foram tratadas com produtos preservativos, ocorreu o desenvolvimento do fungo de *Tricoderma* sp de forma predominante, o qual inibiu o desenvolvimento de fungos manchadores existentes na superfície da madeira. Isto possivelmente tenha acontecido, pela manutenção dos fungos manchadores restritos à superfície da madeira, por tempo suficiente para que os fungos de bolor se desenvolvessem a ponto de interagirem com os primeiros e;
- e) A madeira reumedecida, tratada com pentaclorofenato de sódio, que não havia sofrido ataque durante o primeiro período de secagem, foi posteriormente atacada por fungos de bolor através das fendas desenvolvidas na superfície, ou seja, na porção não tratada no interior das peças.

Além das hipóteses levantadas, o ataque por fungos de bolor às peças tratadas com o produto Busan 1009, especialmente a baixas concentrações, já era esperado. Esta expectativa é justificada pelo fato do produto possuir uma alta difusibilidade na madeira, e a mesma ter sido mantida a altos teores de umidade por tempo prolongado.

Segundo Cserjesi² e Williams e Lewis³⁰, isto ocorre pela diluição gradativa do produto próximo da superfície da madeira, pela sua migração para o interior das peças, tornando as camadas externas, suscetíveis aos fungos tidos como tolerantes a produtos preservativos. Isto, no entanto, não sig-

nifica que em condições normais de secagem da madeira, devesse acontecer.

O mesmo efeito não ocorre com o pentaclorofenato de sódio. Segundo as observações de Williams e Lewis³⁰, existe uma diferença fantástica entre os produtos a base de bis-tiocianato de metileno (MBT), como por exemplo o Busan 1009, e o pentaclorofenato de sódio. Os autores notaram que madeira já atacada, quando tratada com pentaclorofenato de sódio, mancharam interiormente a partir de 1 a 2 mm da superfície, enquanto as tratadas com um produto a base de MBT, ficaram livre de manchas a profundidades muito maiores.

Pelo exposto acima, especialmente pelas observações de Williams e Lewis³⁰, sobre a diferença de penetração de produtos na madeira, pode-se afirmar que a difusibilidade de preservativos pode ser determinada, por tratamento da madeira já atacada, mas não descolorida.

Todavia, como condição para que isto seja possível, é imprescindível que se desenvolvam métodos para proporcionar o ataque à madeira, em condições padrões e de forma adequada.

6.2.1.2 - Ensaio Efetuado com Peças de Madeira sã Tratadas, Seccionadas e Inoculadas nas Seções Transversais

O presente ensaio também não atingiu seus objetivos, por apresentar resultados completamente diferente dos esperados.

Como no ensaio anterior, a atividade dos agentes biológicos foi diferente da que normalmente ocorre durante a secagem da madeira ao ar e, como resultado, houve predominância do ataque por fungos de bolor e praticamente nenhum ataque por fungos manchadores nas seções transversais das peças tratadas.

Só foi possível observar traços de material manchado nas superfícies de algumas peças, após a retirada de fina camada do material superficial por meio de lixamento, mas com dificuldade quanto a visualização a olho nú.

Nas seções transversais da madeira, abertas na posição central de cada fatia, apenas uma peça apresentou-se com pequena porção de madeira manchada no sentido radial.

6.2.2 - Ensaio Biológico para o Controle de Qualidade de Produtos Preservativos

Os resultados obtidos do ensaio biológico, demonstram haver excelente ajustamento entre a resposta dos fungos teste com a quantidade de princípios ativos, existentes nas soluções preservativas empregadas.

Na fase preliminar do ensaio de laboratório, executada com o fungo *Aspergillus niger*, os coeficientes de determinação obtidos pelos cálculos de regressão, são apresentados na Tabela 7, a seguir. Gráficos ilustrando os melhores resultados por produto testado, e tempo de teste referentes às análises efetuadas, bem como outros resultados estatísticos, são apresentados no apêndice I deste trabalho.

Os resultados da fase preliminar do ensaio, quando o fungo *Tricoderma* sp foi utilizado, também são apresentados pelos seus coeficientes de determinação da Tabela 8, a seguir. Os gráficos que ilustram os melhores resultados para o ensaio com este fungo, e outros resultados estatísticos de interese, são apresentados por produto testado, no apêndice II deste trabalho.

TABELA 7 - COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO (R^2), OBTIDOS PELO CÁLCULO DE REGRESSÃO, ENTRE OS PRODUTOS/CONCENTRAÇÕES UTILIZADOS NO ENSAIO BIOLÓGICO E A RESPOSTA DADA PELO FUNGO *Aspergillus niger*

SOLUÇÃO/PRODUTO E TEMPO DE ENSAIO	EQUAÇÃO TESTADA					
	LINEAR	LOGARÍTMICA	EXPONENCIAL	POTENCIAL	QUADRÁTICA	CÚBICA
. Pentaclorofenato de sódio - 48 horas	0,833	0,796	0,935	0,938	0,859	0,859
. Pentaclorofenato de sódio - 1 semana	0,806	0,770	0,914	0,914	0,832	0,833
. Ortofenilfenato de sódio - 24 horas	0,729	0,379	0,890	0,627	0,915	0,917
. Ortofenilfenato de sódio - 48 horas	0,882	0,790	0,906	0,911	0,965	0,984
. Ortofenilfenato de sódio - 2 semanas	0,920	0,905	0,885	0,928	0,920	0,964
. Pentox pasta - 24 horas	0,800	0,752	0,947	0,923	0,955	0,959
. Pentox pasta - 48 horas	0,832	0,779	0,964	0,940	0,962	0,965
. Pentox pasta - 1 semana	0,929	0,900	0,944	0,953	0,950	0,957
. Jimo antimofo 24 horas	0,902	0,844	0,966	0,960	0,948	0,868
. Jimo antimofo - 48 horas	0,909	0,821	0,979	0,966	0,954	0,965
. Jimo antimofo - 1 semana	0,949	0,896	0,932	0,963	0,955	0,968
. Busan 1009 24 horas	0,618	0,607	0,525	0,524	0,619	0,629
. Busan 1009 - 48 horas	0,279	0,242	0,171	0,144	0,422	0,453

TABELA 8 - COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO (R^2), OBTIDOS PELO CÁLCULO DE REGRESSÃO, ENTRE OS PRODUTOS/CONCENTRAÇÕES UTILIZADOS NO ENSAIO BIOLÓGICO E A RESPOSTA DADA PELO FUNGO *Tricoderma* sp

SOLUÇÃO/PRODUTO E TEMPO DE ENSAIO	EQUAÇÃO TESTADA					
	LINEAR	LOGARÍTMICA	EXPONENCIAL	POTENCIAL	QUADRÁTICA	CÚBICA
. Ortofenilfenato de sódio - 48 horas	0,900	0,771	0,978	0,944	0,960	0,960
. Ortofenilfenato de sódio - 2 semanas	0,834	0,508	0,788	0,678	0,843	0,912
. Pentox pasta - 48 horas	0,803	0,630	0,950	0,850	0,954	0,970
. Pentox pasta - 2 semanas (inibição)	0,765	0,777	0,718	0,761	0,781	0,791
. Pentox pasta - 3 semanas (inibição)	0,805	0,802	0,708	0,736	0,808	0,846
. Pentox pasta - 2 semanas (esporulação)	0,067	0,157	0,230	0,375	0,501	0,583
. Jimo antimofo - 48 horas	0,975	0,963	0,873	0,962	0,983	0,991
. Jimo antimofo - 2 semanas (inibição)	0,643	0,590	0,769	0,741	0,651	0,724
. Jimo antimofo - 3 semanas (inibição)	0,477	0,362	0,722	0,612	0,668	0,676

Os coeficientes de determinação apresentados nas Tabelas 7 e 8, indicam a que porcentagem a resposta dada pelos fungos teste, relacionada à concentração do produto utilizado, é representada pelo ajustamento dos dados às curvas descritas pelas equações.

Desta forma, torna-se simples a avaliação, se o ensaio biológico empregado pode servir como um instrumento para controlar a qualidade de produtos preservativos.

Os resultados apresentados na Tabela 7, provenientes de ensaios onde o fungo *Aspergillus* sp foi usado como agente biológico, mostram que exceto para o produto Busan 1009, o ajustamento dos dados às curvas descritas pelas equações (apêndice I) foram excelentes.. Consequentemente, o tipo de ensaio biológico testado nos dá resultados de alta confiabilidade.

Obviamente, para que se tire proveito dos resultados, a equação a ser utilizada na prática, deve ser selecionada entre as demais, em função do melhor coeficiente de determinação encontrado por produto preservativo e tempo de ensaio efetuado. Da mesma forma, o tempo de espera entre a inoculação do agente biológico e a mensuração de suas respostas, bem como todas as outras variáveis envolvidas na execução do ensaio, como a quantidade de meio nutritivo, temperatura e umidade relativa da sala de incubação, etc, deverão ser padronizadas. Isto permitirá comparações entre resultados de ensaio efetuados em épocas e/ou locais diferentes.

Entre os resultados da Tabela 7, se destacam como mais adequadas as equações exponencial, para o ensaio em 48 horas com o pentaclorofenato de sódio ($R^2 = 0,935$); polinomial cúbica

bica, para ensaios em 48 horas com o ortofenilfenato de sódio ($R^2 = 0,984$) e o produto comercial Pentox pasta ($R^2 = 0,965$) e polinomial cúbica, para o ensaio em 24 horas com o produto comercial Jimo antimofa ($R^2 = 0,968$).

Para o produto Busan 1009, o fato dos coeficientes de determinação calculados, não permitirem recomendar o método para o controle de qualidade, não significa dizer que o produto seja de má qualidade. De fato, pelo ensaio utilizado não foi possível a obtenção de dados tão bem relacionados, como para os demais produtos testados.

Da mesma forma que não se pode dizer que o produto Busan é de má qualidade, ou boa, por não terem sido observados bons coeficientes de determinação, as dimensões das respostas dadas pelo fungo teste, não representam ou podem ser relacionadas à eficiência de produtos preservativos na proteção da madeira. O seu uso deve ficar limitado a observância do padrão de resposta do fungo por produto/concentração utilizados, para a confirmação da formulação e da concentração de princípios ativos de um produto comercial a ser empregado, bem como para análises de interações entre seus componentes.

A razão que leva a recomendar, a limitação do uso deste ensaio para o controle de qualidade de produtos, é o fato da resposta do fungo estar em função da combinação difusibilidade do produto no meio de cultura específico do teste e sua ação fungicida para o fungo teste em uso, nas condições de laboratório que lhe foram impostas.

Vale lembrar ao que se referem vários autores, quanto a variação de espécies de fungos entre regiões geográficas, suas tolerâncias a produtos preservativos, à maior ou menor sus-

cetibilidade a fungos entre espécies de madeiras, entre outras variáveis, as quais podem alterar de forma significativa a performance de um produto preservativo em particular.

A variação do efeito entre produtos preservativos sobre um mesmo fungo é recíproca, haja visto as variações que surgiram no experimento efetuado, sobre as formas de resposta e o tempo de espera necessário para a mensuração das respostas.

Os resultados da Tabela 8, referentes ao ensaio efetuado com o fungo *Tricoderma* sp, de forma geral apresentaram-se iguais ou melhores que os obtidos quando o fungo *Aspergillus niger* foi usado, quanto ao grau de ajustamento dos dados às curvas descritas pelas equações.

Entre as equações testadas por produto, independentemente do tempo de incubação e da forma de resposta avaliada, destacam-se como melhores a exponencial para o ortofenilfenato de sódio ($R^2 = 0,944$) e a cúbica para os produtos Pentox pasta ($R^2 = 0,970$) e Jimo antimoho ($R^2 = 0,991$), todas para ensaios efetuados em 48 horas, a partir da inoculação do fungo teste.

O melhor tempo de espera a partir da prática de inoculação, para a avaliação das respostas dadas pelos fungos testes, foi de 48 horas, exceto para o produto Jimo antimoho, testado com o fungo *Aspergillus niger* em 24 horas.

Em síntese, os melhores resultados obtidos no experimento são apresentados na Tabela 9 a seguir.

TABELA 9 - MELHORES RESULTADOS OBTIDOS PELO ENSAIO BIOLÓGICO, PARA O CONTROLE DE QUALIDADE DE PRODUTOS PRESERVATIVOS, EFETUADO COM OS FUNGOS *Aspergillus niger* E *Tricoderma* sp

FUNGO TESTE	PRODUTO TESTADO	TEMPO DE ESPERA (HORAS)	EQUAÇÃO SELECIONADA	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R ²)
. <i>Aspergillus niger</i>	Na-PCP	48	Exponencial	0,935
. <i>Aspergillus niger</i>	Na-OFF	48	Pol. Cúbica	0,984
. <i>Aspergillus niger</i>	Pentox pasta	48	Pol. Cúbica	0,965
. <i>Aspergillus niger</i>	Jimo antimoho	24	Pol. Cúbica	0,968
. <i>Tricoderma</i> sp	Na-OFF	48	Exponencial	0,978
. <i>Tricoderma</i> sp	Pentox pasta	48	Pol. Cúbica	0,970
. <i>Tricoderma</i> sp	Jimo antimoho	48	Pol. Cúbica	0,991

É importante salientar que para ambos os fungos, os coeficientes de correlação (R), ou seja, o produto da raiz quadrada dos coeficientes de determinação, são elevados (de 0,967 a 0,995) e representam um relacionamento entre a concentração dos produtos e a resposta dada pelos fungos, quase perfeito.

Na etapa complementar deste experimento de laboratório, executada principalmente para ilustrar a existência de interações entre os componentes de um produto preservativo e, conseqüentemente, fazer prova da possibilidade de se detectar qualquer (ou quase todas) modificação do produto nas condições oferecidas pela indústria, apenas soluções de pentaclorofenato de sódio, e pentaclorofenato de sódio mais bórax foram usadas.

As curvas da Figura 8 a seguir, apresentam as variações das respostas do fungo *Aspergillus niger*, demonstrando com clareza o efeito do bórax sobre o pentaclorofenato de sódio.

A Figura 9, apresentada a seguir, ilustra o efeito do tempo de incubação do fungo teste, sobre as curvas descritas para ambas as soluções utilizadas.

As equações, juntamente com outros resultados de interesse do cálculo de regressão, efetuadas para a obtenção das curvas apresentadas nas Figuras 8 e 9, encontram-se no apêndice III deste trabalho.

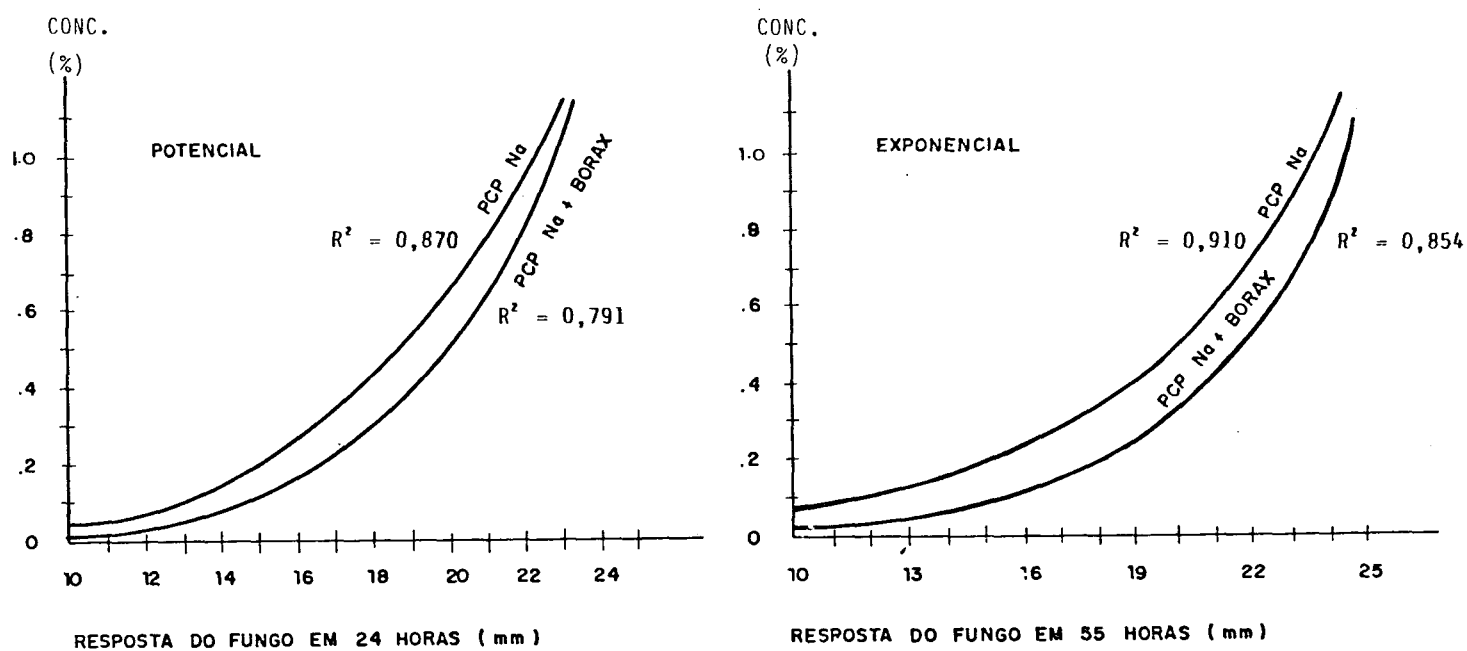


FIGURA 8 - CURVAS DESCRITAS PELAS RESPOSTAS DO FUNGO

Aspergillus niger E DAS CONCENTRAÇÕES DE INGREDIENTE ATIVO, DE SOLUÇÕES CONTENDO PENTACLOROFENATO DE SÓDIO (Na-PCP) E PENTACLOROFENATO DE SÓDIO MAIS BÓRAX (1:1,5)

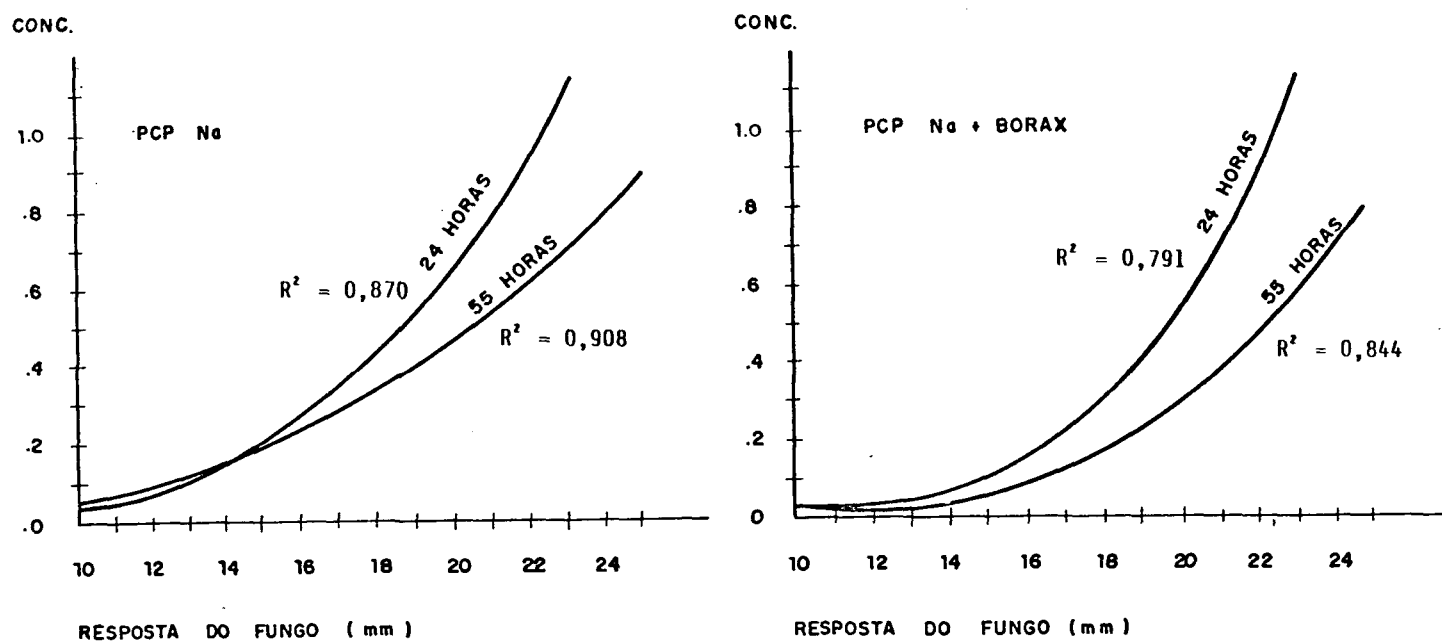


FIGURA 9 - EFEITO DO TEMPO DE INCUBAÇÃO SOBRE A RESPOSTA DADA PELO FUNGO *A.niger* E PELAS CONCENTRAÇÕES DE INGREDIENTES ATIVOS EM SOLUÇÕES CONTENDO PENTACLO_RROFENATO DE SÓDIO (Na-PCP) E PENTACLO_RROFENATO DE SÓDIO MAIS BÓRAX (1:1,5)

Apesar dos coeficientes de determinação das equações que descrevem as curvas anteriores, indicarem que os dados obtidos não são tão bons quanto aos conseguidos por meio do método convencional de laboratório, eles ainda permitem um ajustamento satisfatório, possibilitando análises adequadas sobre os produtos incluídos no ensaio biológico.

As curvas dos gráficos apresentados na Figura 8, mostram com que facilidade pode-se observar variações entre produtos com formulações diferentes e concentrações de ingredientes ativos. Logicamente, no primeiro caso, para que ocorram variações perceptíveis, haverá necessidade que os componentes retirados ou incluídos em uma formulação, sofram interações com pelo menos um dos demais (e na maior parte das vezes eles sofrem) e/ou na resposta do fungo teste, por interferência na sua atividade biológica.

A duração do ensaio, é outro fator que altera a resposta do fungo e seu efeito pode ser observado pelas ilustrações da Figura 2. Portanto, o controle adequado desta variável, é imprescindível para a obtenção de resultados válidos. Assim, a realização de ensaios com soluções já conhecidas, juntamente com as que se pretende testar, é uma forma de garantir o sucesso do ensaio a tempos aproximados. A Tabela 10 a seguir, apresenta os coeficientes de determinação para as equações calculadas na etapa complementar deste experimento, efetuado em condições simuladas às que uma indústria normal poderia utilizar.

TABELA 10 - COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO (R^2), OBTIDOS PELO CÁLCULO DE REGRESSÃO, ENTRE OS PRODUTOS/CONCENTRAÇÕES E A RESPOSTA DADA PELO FUNGO TESTE *A.niger* - CONDIÇÕES DO TESTE SIMILARES ÀS INDUSTRIAIS

SOLUÇÃO/PRODUTO E TEMPO DE ENSAIO	EQUAÇÃO TESTADA					
	LINEAR	LOGARÍTMICA	EXPONENCIAL	POTENCIAL	QUADRÁTICA	CÚBICA
. Pentaclorofenato de sódio - 24 horas	0,749	0,731	0,859	0,870	0,756	0,784
. Pentaclorofenato de sódio + Bórax - 24 horas	0,682	0,682	0,774	0,791	0,683	0,703
. Pentaclorofenato de sódio - 55 horas	0,755	0,719	0,910	0,908	0,784	0,800
. Pentaclorofenato de sódio + Bórax - 55 horas	0,696	0,661	0,854	0,844	0,764	0,763

7 - CONCLUSÕES

7.1 - EXPERIMENTO DE CAMPO

Concluiu-se com o experimento de campo, ser impossível a obtenção de dados confiáveis, sem que se tomem medidas para eliminar ou reduzir as variáveis que exercem influência sobre os resultados de interesse.

Os resultados mostram que a madeira empilhada na superfície da pilha, sofre ataque por fungos manchadores de forma diferenciada das do interior, bem como entre os tipos de corte da madeira, para ambas as situações de empilhamento.

Para as peças da superfície das pilhas, o ataque foi menos intenso quando a madeira serrada tangencialmente aos anéis de crescimento, foi empilhada com a face que continha o maior número de raios para cima. Por outro lado, o ataque mais severo ocorreu em madeira cortada da mesma maneira, quando a face que continha o maior número de raios ficou voltada para baixo.

Da mesma forma, sobre as peças que formaram o interior das pilhas, o tipo de corte da madeira e a forma de empilhamento adotada, foram fatores que exerceram grande influência nos resultados.

No interior das pilhas, as peças menos suscetíveis a fungos manchadores, geralmente foram as confeccionadas em corte tangencial aos anéis de crescimento da madeira, quando empilhadas com o menor número de raios para cima.

As peças de madeira que apresentaram maior suscetibilidade a fungos manchadores, no interior das pilhas montadas, fo-

ram as serradas em corte radial e/ou sem uma orientação definida.

Pela necessidade da obtenção de resultados abrangentes, é imperioso que os experimentos para a seleção de produtos, sejam executados na situação mais favorável ao ataque de fungos. Assim, as peças a serem utilizadas na superfície da pilha, deverão ser confeccionadas em corte tangencial e empilhadas com o menor número de raios para cima, ao passo que, as do interior da pilha, cortadas no sentido radial ou sem uma orientação anatômica definida.

O emprego de madeira serrada em apenas uma orientação anatômica, bem como sob uma única forma de empilhamento por situação na pilha que se pretende representar, contribue significativamente para a redução de variações que fogem do interesse do experimento.

Embora as condições climáticas não tenham favorecido o desenvolvimento de fungos de bolor no material do experimento, na existência de outros efeitos, que não por fungos manchadores, a limpeza superficial das peças a serem analisadas é fundamental.

Adequada avaliação dos danos causados à madeira da superfície das pilhas, só foi conseguida depois da remoção do material descolorido das superfícies das peças. Para este propósito, uma fina camada, de aproximadamente 1 mm, é suficiente.

Na ocorrência de fungos de bolor na superfície da madeira do experimento, uma avaliação específica para este agente biológico deverá ser feita, previamente à limpeza superficial do material. Neste caso, tanto as avaliações como as

conclusões, deverão ser procedidas isoladamente, por produto preservativo e tipo de agente biológico.

Na avaliação do desempenho de produtos preservativos sobre os fungos manchadores, é necessário que se desconsiderem as partes manchadas da madeira que não foram causadas por ineficiência dos produtos.

O material manchado, neste caso, relaciona-se ao ataque de fungos antes da madeira ter sido tratada, ou após o tratamento, pelo ataque à madeira a partir de separadores contaminados.

Considerando-se as condições de desenvolvimento dos fungos manchadores mais satisfatórias, pode-se apenas afirmar que os produtos testados se apresentaram na seguinte ordem de eficiência: Pentaclorofenato mais bórax (1:1,5) > Folpet-50 > Humogran. Estes resultados são relacionados à madeira em corte tangencial, com o menor número de raios voltados para cima, na camada superficial da pilha, e em corte radial e/ou sem orientação definida, no seu interior.

Além da ordem de eficiência entre os produtos preservativos incluídos no experimento, não foi possível a obtenção de dados mais precisos que possibilitassem quantificá-los. Em parte, esta dificuldade foi criada pela forma de ataque à madeira ter sido diferente da normal, que evidenciou problemas somente depois da madeira ter sofrido secagem rápida, com posterior reumedecimento.

Ainda que não se trate de uma ocorrência normal para o industrial madeireiro, a situação específica acima mencionada, representa uma das que a madeira poderá se encontrar, enquanto permanecer no pátio, após a secagem.

A metodologia utilizada não gerou resultados incompatíveis com os que aconteceriam em pilhas de madeira na escala industrial, mas está limitada à representação de peças que estejam em situações similares às distribuídas nas pilhas do experimento.

7.2 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO

7.2.1 - Ensaios Biológicos para a Avaliação da Difusibilidade dos Produtos na Madeira

7.2.1.1 - Ensaio efetuado com madeira sã, inoculada antes do tratamento preservativo

A madeira utilizada no ensaio, aparentemente não foi atacada por fungos manchadores, quando tratada pelos produtos preservativos empregados ou sem tratamento. Este fato, apesar de ter frustrado as expectativas do trabalho desenvolvido, foi motivo para que se levantassem várias hipóteses de importância, que talvez possam explicar melhor a forma de ataque deste tipo de agente biológico na madeira.

A influência dos produtos sobre os fungos de bolor, e destes fungos na velocidade de secagem da madeira e no controle natural dos fungos manchadores, também foram assuntos que despertam especial interesse na discussão dos resultados.

Dentro do que foi interpretado, concluiu-se que o produto Busan 1009, por se difundir melhor na madeira, proporcionou menor proteção que o pentaclorofenato de sódio, com menor capacidade de se difundir. Esta qualidade do produto Busan, fez com que o produto se diluisse na superfície da madeira,

tornando a superfície do material tratado mais suscetível.

O material tratado pelo produto Busan, ao ter a sua proteção contra fungos reduzida gradativamente, possibilitou o ataque do fungo de bolor *Tricoderma* sp, considerado como um dos mais tolerantes a produtos preservativos. Por outro lado, como observado para as peças testemunhas, o alto teor de umidade da madeira, provavelmente tenha impossibilitado o ataque de fungos manchadores em profundidade, os quais foram então dominados pelo fungo de bolor concorrente.

O tempo para a secagem da madeira atacada pelo fungo de bolor *Tricoderma* sp, foi praticamente duas vezes maior que a não atacada, tratada com pentaclorofenato de sódio. Isto pode significar que o desenvolvimento de fungos de bolor na superfície da madeira, estende drasticamente o tempo de secagem deste material.

A madeira utilizada, tratada com pentaclorofenato de sódio e aparentemente livre de ataque por fungos, quando reumedecida, possivelmente sofra ataque no material não tratado, exposto pelas fendas desenvolvidas no decorrer da secagem.

As hipóteses levantadas no item 6.2.1.1, subitens A a E, devem ser testadas por meio de experimento bem delineados para este propósito, para melhor compreensão da forma de ataque dos fungos manchadores e de bolor em madeiras a eles suscetíveis.

A difusibilidade de produtos preservativos na madeira poderá ser avaliada pela inibição da pigmentação do fungo manchador que a atacou. Contudo, para que isto seja possível, será necessário o desenvolvimento de métodos padronizados, que estabeleçam uma forma de incubação adequada para permi-

tir o rápido desenvolvimento do fungo na madeira, em profundidades suficientes para satisfazer as necessidades do teste.

7.2.1.2 - Ensaio efetuado com peças de madeira sã tratadas, seccionadas e inoculadas nas seções transversais

A metodologia utilizada neste ensaio, também não permitiu que os objetivos do trabalho fossem atingidos, apresentando resultados menos informativos que os alcançados pela metodologia empregada no ensaio do item anterior.

O aparecimento de pequena porção de madeira manchada, no interior de uma das peças utilizadas não pode ser considerado por não ser representativo à resposta esperada.

Os traços de material manchado, observados na superfície da madeira, provavelmente tenham sido causados pelos fungos manchadores, antes de serem dominados pelos fungos de bolor.

Não foi possível tirar qualquer conclusão com os resultados observados, exceto que o método em si não foi satisfatório para as determinações pretendidas.

7.2.2 - Ensaio Biológico para o Controle de Qualidade de Produtos Preservativos

A metodologia utilizada para a execução deste experimento é, definitivamente, um excelente recurso que possibilita o controle de qualidade de produtos empregados contra fungos manchadores e de bolor.

Independentemente do fungo teste utilizado, os resultados superaram as expectativas almejadas, por apresentarem coeficientes de determinação elevados, ou seja, entre 0,935 e

0,984 com o fungo *Aspergillus niger* e 0,944 e 0,991 com o fungo *Tricoderma* sp, conforme apresentado na Tabela 9.

Entre os produtos e formulações comerciais testadas, o método não se mostrou satisfatório, somente para o produto Busan 1009, devido suas características químicas e/ou físicas não terem sido compatíveis com os ensaios efetuados. Isto não significa, que o referido produto seja de má ou boa qualidade mas, apenas, que foi formulado com ingredientes que não possibilitaram os fungos teste, responderem dentro do padrão observado para os demais.

Da mesma forma, o tamanho das respostas dadas pelos fungos teste, não podem ser relacionadas à eficiência dos produtos testados. Elas representam, tão somente, a região do meio de cultura para onde os produtos se difundiram, e encontram-se em quantidades suficientes para influenciar na atividade fisiológica normal do fungo teste utilizado.

Além das observações do parágrafo anterior, as respostas dos fungos teste são também dependentes de outras variáveis envolvidas no ensaio biológico, como tipo e quantidade de material nutritivo usado como substrato, temperatura ambiente, umidade relativa do ar e tempo de incubação para o desenvolvimento do fungo.

O uso da metodologia em condições diferentes das convencionais, pela simulação de uma situação industrial e com o uso de materiais comuns, resultou num pequeno decréscimo dos coeficientes de determinação calculados anteriormente. No entanto, eles ainda atingiram níveis satisfatórios para os objetivos de sua utilização, o que pode se confirmar por meio da Figura 8, da Tabela 10 e do Apêndice III.

Pelas razões supracitadas, apesar do método fornecer resultados de alta confiabilidade, ele só é recomendável para a conferência ou controle da concentração de produtos preservativos, observações e análises sobre a existência ou não de interações entre componentes de produtos preservativos e, por conseguinte, para observações de alteração ou não da formulação destes produtos, cujos componentes interajam entre si.

8 - RECOMENDAÇÕES

8.1 - EXPERIMENTO DE CAMPO

Os experimentos de campo, que visam a seleção de produtos preservativos para a proteção da madeira no estado verde, de verão representar o melhor possível a situação prática industrial. Neste particular, dentro das instalações de cada indústria, é recomendável que se representem as situações mais favoráveis para o desenvolvimento dos fungos que causam danos à aparência da madeira, para que se obtenham resultados abrangentes. Outra alternativa é representação de situações específicas, quando a espécie, espessura do material serrado, local e forma de empilhamento, entre outras variáveis, são alvos de estudos também específicos.

Em função das conclusões efetuadas, a metodologia utilizada pode ser recomendada para a seleção de produtos preservativos empregados na proteção temporária da madeira. Contudo, para que se obtenham resultados mais representativos às situações práticas, sugere-se as seguintes modificações:

- a) A pilha de madeira onde as peças do experimento serão incluídas, deverá possuir dimensões iguais às das usadas no pátio de secagem;
- b) Ela deverá ser instalada sob a mesma orientação das demais, na posição do pátio onde os danos causados por fungos de bolor e manchadores são observados com maior frequência;
- c) Aumento do número de níveis de concentração por produto testado, pela redução gradativa da concentração situada a um nível igual ou superior à necessária para dar total proteção à madeira;

- d) Aumento do número de repetições (peças tratadas) por produto preservativo/concentração, para aumentar a representatividade dos tratamentos e a confiabilidade sobre os resultados obtidos. Para que isto seja possível com as peças que representarão a superfície da pilha, utilizar as pilhas vizinhas como sítio de instalação, distribuindo as peças segundo algum critério estatístico;
- e) As peças a serem instaladas na superfície das pilhas, deverão ser escolhidas ao acaso, entre as confeccionadas por corte tangencial aos anéis de crescimento, e empilhadas com a superfície que possui o menor número de raios da madeira voltada para cima; e
- f) As peças a serem montadas no interior da pilha, deverão ser escolhidas ao acaso, entre as confeccionadas por corte radial da madeira e/ou sem uma orientação anatômica definida;
- g) Levar em conta as seguintes observações, quando da instalação e avaliação, e sobre a representatividade dos resultados obtidos:
- A madeira a ser utilizada no ensaio, deverá ser unicamente da espécie florestal que se pretende proteger com os produtos preservativos a serem selecionados;
 - Normalmente, mas não necessariamente, produtos/concentrações selecionados para madeiras mais suscetíveis, dão proteção ideal às menos suscetíveis. No entanto, se espécies de fungos mais adaptadas a uma espécie de madeira, diferenciarem dos fungos que se desenvolvem na espécie de madeira utilizada no teste, com o mesmo tratamento preservativo, possivelmente não se obtenha a proteção pretendida;

- O uso de separadores contaminados deve ser evitado ao máximo mas, na ocorrência de regiões atacadas nas peças, por fungos provenientes deste material (Figura 12), as mesmas deverão ser desconsideradas;
- Outros tipos de manchas, que não estão relacionadas com a falta de proteção dada pelo produto preservativo/concentração utilizados, como manchas no interior da madeira e as ilustradas nas Figuras 10 e 11, também deverão ser desconsideradas;
- A primeira avaliação a ser realizada sobre as peças que fazem parte do experimento, deverão se referir única e exclusivamente ao material biológico superficialmente aparente, ou seja, aos fungos de bolor;
- Feita a primeira avaliação, as peças deverão ter suas superfícies limpas, pela remoção de fina camada da madeira, para posterior avaliação da ocorrência ou não de fungos manchadores e de sua quantificação;
- Os resultados obtidos para cada tipo de fungo observado, deverão ser analisados separadamente, discriminando-se o desempenho dos produtos testados para fungos de bolor e fungos manchadores;
- A correspondência entre o desempenho de diferentes produtos, deverá ser feita entre níveis de concentração que não protegeram completamente a madeira, preferencialmente em relação a de um produto usado como referência, de eficácia conhecida nas condições em que o experimento foi instalado;

- As conclusões sobre os resultados deverão ficar limitadas às condições do experimento, quais sejam: variações climáticas do período de teste, situação geográfica, espécies de fungos e de madeira, dimensões das peças e posição das peças na pilha formada; e
- Toda e qualquer extrapolação dos resultados obtidos, para situações diferentes das de execução do experimento, correm o risco de não serem válidas.

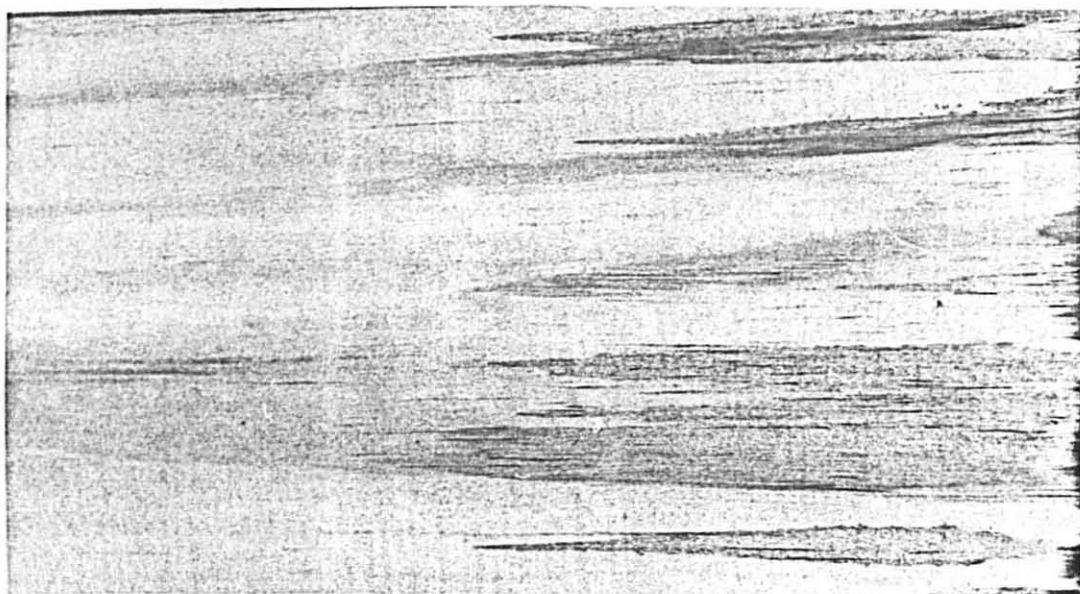


FIGURA 10- ATAQUE INICIADO PELO TOPO DA TORA, COM PROPAGAÇÃO DO FUNGO PARALELAMENTE À GRÃ DA MADEIRA

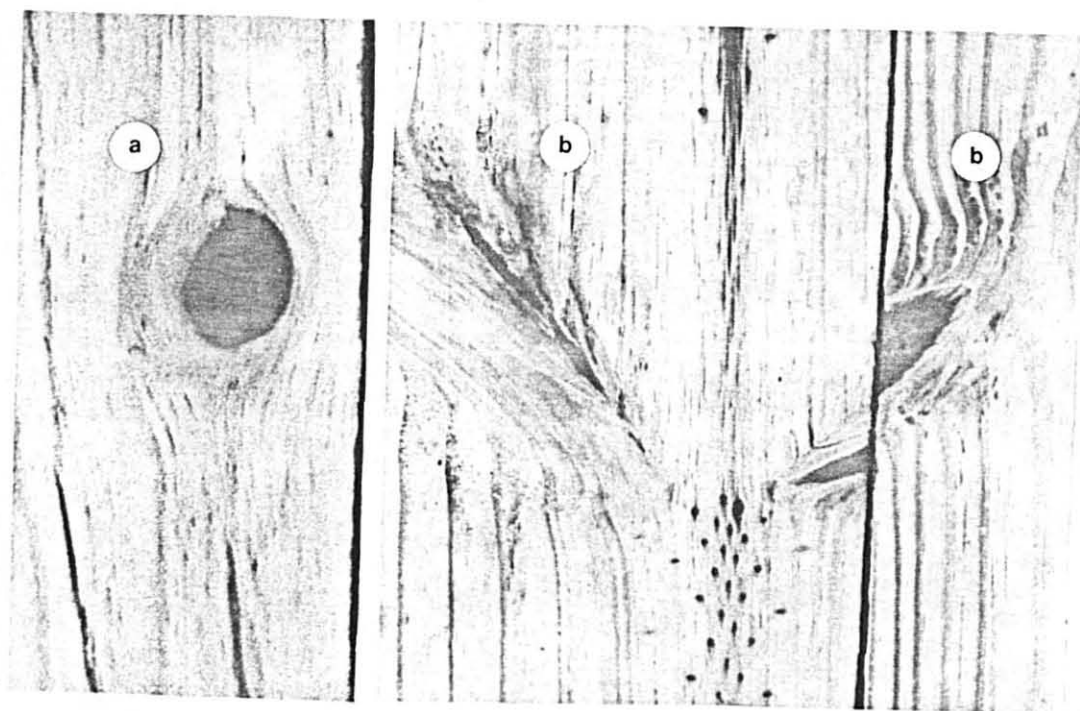


FIGURA 11 - ATAQUE AO TECIDO LENHOSO CIRCUNVIZINHO A NÓS,
COM PROPAGAÇÃO DO FUNGO PREDOMINANTEMENTE ACOM-
PANHANDO A GRÃ DA MADEIRA;

a) seção transversal do nó; e

b) seção longitudinal do nó.

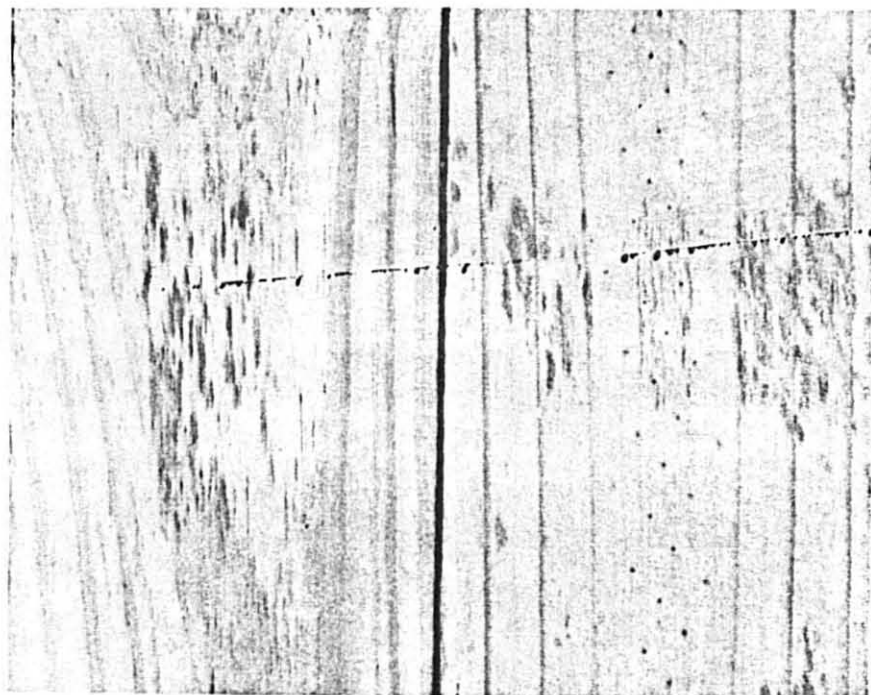


FIGURA 12 - ATAQUE LOCALIZADO, NA REGIÃO DOS SEPARADORES, COM PROPAGAÇÃO DO FUNGO PARALELA E PERPENDICULARMENTE À GRÃ DA MADEIRA

8.2 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO

8.2.1 - Ensaio Biológicos para a Avaliação da Difusibilidade dos Produtos na Madeira

8.2.1.1 - Ensaio efetuado com madeira sã, inoculada antes do tratamento preservativo

Em vista das conclusões e hipóteses levantadas com a análise dos resultados deste ensaio de laboratório, recomenda-se, para melhor compreensão da forma de ataque dos fungos na madeira, experimentos específicos com os seguintes objetivos:

- a) Quantificação do grau de tolerância, dos fungos de bolor e manchadores que danificam a madeira a ser protegida, a produtos preservativos específicos para estes microorganismos;
- b) Determinação da capacidade de penetração de hifas de fungos manchadores, em madeira suscetível com seus capilares completamente preenchidos por água;
- c) Confirmação da existência de dominância dos fungos de bolor sobre os manchadores, em madeiras mantidas com a umidade inicial por longos períodos, em condições favoráveis a estes microorganismos;
- d) Analisar detalhadamente onde os fungos de bolor se instalam na madeira, quando a sua presença é verificada em peças adequadamente tratadas por produtos eficazes.

Além de estudos para entender a forma de ataque à madeira com clareza, recomenda-se também a execução de experimentos com as seguintes finalidades:

- a) Avaliar, pelos resultados dos experimentos recomendados nos itens b e c anteriormente citados, a possibilidade de controle biológico dos fungos manchadores, em situações específicas que a madeira possa se encontrar;
- b) Desenvolver um método padrão para o preparo e inoculação de madeiras, de forma a possibilitar que a difusibilidade de produtos preservativos seja determinada, em função da região não descolorida da madeira atacada.

8.2.1.2 - Ensaio biológico para a inspeção da qualidade de produtos preservativos

Recomenda-se a metodologia adotada na execução do experimento de laboratório, para inspecionar a qualidade de soluções preservativas em uso ou de produtos concentrados, bem como para observações e análises sobre interações que poderão existir entre os componentes de produtos preservativos.

Na utilização da metodologia proposta, a quantidade de meio de cultura, o agente biológico, tempo de ensaio, temperatura e umidade relativa para a incubação, entre outras variáveis, poderão ser modificadas, em função das facilidades existentes e da resposta dada pelo fungo, que se pretende.

Todavia, uma vez otimizadas, elas deverão ser padronizadas, para que se obtenham resultados variáveis, devidos unicamente ao(s) produto(s)/concentrações sendo observados.

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Berg-Madsen, Hans. Screens for Novel Chemical Structures as Wood Protective Fungicides. Proceedings of a Special Seminar held in Association with the 10Th Annual Meeting of the IRG. Peebles, 1978. Paper 6. 41-45.
2. Cserjesi, A.J. Principles in the Development of Laboratory Screening Test for the Evaluation of Sapstain and Mould Preventives. Proceedings of a special seminar held in Association with the 10Th Annual Meeting of the IRG. Peebles, 1978. Paper 14. 106-107.
3. Cserjesi, J.A. Byrne & E.L. Johnson. Long-term Protection of Stored Lumber Against Mould, Stain, and Specifically decay: A comparative field test of fungicidal formulations. IRG. Doc. n° IRG/WP/3281. 1984. 7 p.
4. Dickinson, D.J. The Effective Control of Blue-Stain and Mould on Freshly-Felled Timber. *Holzforschung*. Bd. 31 (1977). H4-121-125.
5. Dickinson, David & Björn Henningsson. A Field Test With Anti-sapstain Chemicals on Sawn Pine Timber Stored and Seasoned Under Different Conditions. IRG. Doc. n° IRG/WP3245-1984-8 p.
6. Drysdale, Jeanette A. Laboratory Evaluation of Potential Antisapstain Treatments for Pinus radiata. IRG. Doc. n° IRG/WP/3237. 1983. 11 p.

7. A Field Trial to Assess the Potencial of Antisapstain Chemicals for Long-term Protection of Sawn Radiata Pine. IRG. Doc. n° IRG/WP/3375.1986-17 p.
8. Edlund, Marie-Louise & B. Henningsson. Field and Laboratory Studies on Anti-Sapstain preservatives. IRG. Doc. n° IRG/WP/3205 - 1982 - 21 p.
9. Greaves, Harry. Preliminary Screening of Diffusion Formulations for the Control of Solf Rot. Proceedings of a Special Seminar Held in Association with the 10Th Annual Meeting of the IRG. Peebles, 1978. Paper 12. 91-98.
10. Hayward, P. W. Rae & J. Duff. Mixtures of Fungicides for Control of Sapstain on Pinus radiata. IRG Doc. N° IRG/WP/3307. 1984 - 10 p.
11. Hedley, Michael E. & John A. Butcher. Protocol for Evaluating and Approving New Wood Preservatives. IRG. Doc. n° IRG/WP/2159 - 1985 - 7 p.
12. Hulme, Michael A. Screenign Tests for Preservatives of Fungal Sap - Stain in Pinus strobus L. Proceedings of a Special Seminar Held in Association with the 10Th Annual Meeting of the/IRG. Peables, 1978. Paper 15. 109 - 114.
13. Leightly, Liam E. An Appraisal of anti-sapstain Chemicals in Queensland, Australia. IRG. Doc. n° IRG/WP/3331 - 1985-10 p.
14. Linderborg, Irma. A Potential Antisapstain Chemical for Sawmills. IRG. Doc. n° IRG/WP/3300. 1984 - 9 p.
15. Milano, Sidney & Joaquim A.A. Viana Neto. Evaluation of the Effectiveness of Three Microbiocides in the Control of Sapstains. IRG. Doc. n° IRG/WP/3212 - 1982 - 13 p.

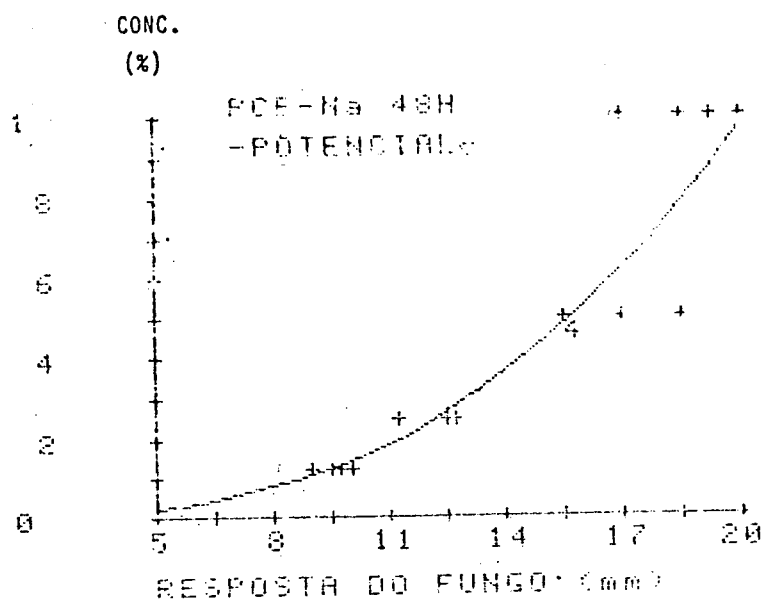
16. Moreschi, J.C. A Bioassay to Determine Preservative Retention in Hardwoods and Southern Pines. IRG. Doc. nº IRG/WP/2183. 1982 - 11 p.
17. Moreschi, J.C. & Hubert Willeitner. Use of Bioassay to Determine CCF and CCB Preservative Retention in Treated *Pinus sylvestris*. IRG. Doc. nº IRG/WP/2216. 1984. 11 p.
18. Moreschi, J.C. Ensaio Biológicos: Uma Nova Alternativa para a Determinação dos Ingredientes Ativos do Preservativo CCA e Estudos de Interações. Curitiba, 1985 - 128 p. Tese.
19. Orman, H.R. The Relative Efficacy of Certain Chemical Dip-Treatments in Preventing Sapstain in *Pinus radiata*. Forest Research Notes. Forest Servic. 3(5): July, 1954.
20. Roff, J.W. & A.J. Cserjesi. Chemical Preventives Used Against Mould and Sapstain in Unseasoned Lumber. Department of Forestry - Canada. May, 1965 - 7 p.
21. Schmidt, Elmer & David W. French. Two-Day Testing Using a Contact Agar Method. Proceedings of a Special Seminar Held in Association With the 10Th Annual Meeting of the IRG. Peebles, 1978. Paper 18. 125-135.
22. Schmidt, E.L. & French, D.W. Two-Day Mold Testing Using a Contact Agar Method - For. Prod. Journal, 29(9): 34-42. 1978.
23. Sheffer, T.C. & Graham, R.D. Bioassay Estimation of Sapwood Protection in Spray-treated Western Redcedar Poles. For. Prod. Journal, 23 (9). 106-9. 1973.
24. Sheffer, T.C. & Lew, J.D. Bioassay of Residual Preservative Protection in Wood. For. Prod. Journal, 26(7): 45-50. 1976.

25. SHEFFER, T.C. & Lawrence, G.A. Bioassay for Appraising Preservative Protection of Wood Above Ground. *Holzforschung*, 32(50):157-161. 1978.
26. Sheffer, T.C. & Wallace, E.E. Residual Pentachlorophenol Still Limits Decay in Woodwork 22 Years After Dip-treating. *For. Prod. Journal*, 28(1):25-30-1978.
27. Sutler, Heinz-Peter. A New Technique for Screening Fungicide for Wood Preservatives. Proceedings of a Special Seminar Held in Association With the 10Th Annual Meeting of the IRG. Peebles, 1978. Paper 10. 71-80.
28. Verrall, A.F. Absorption and Penetration of Preservatives Applied to Southern Pine Wood by Dips on Short-Period Soaks. Occasional Paper 157 - For. Serv. USDA. 31 p. 1957.
29. Wazny, Jerzy & Harry Greaves. A comparison of Fungal Strains Used in the Bioassay of Wood Preservatives. IRG. Doc. n° IRG/WP/2020. 38 p.
30. Williams, G.R., R.A. Eaton & D.A. Lewis. Observations on the Penetration of Preservatives Into Green Timber. IRG. Doc. n° IRG/WP/3335. 1985 - 8 p.

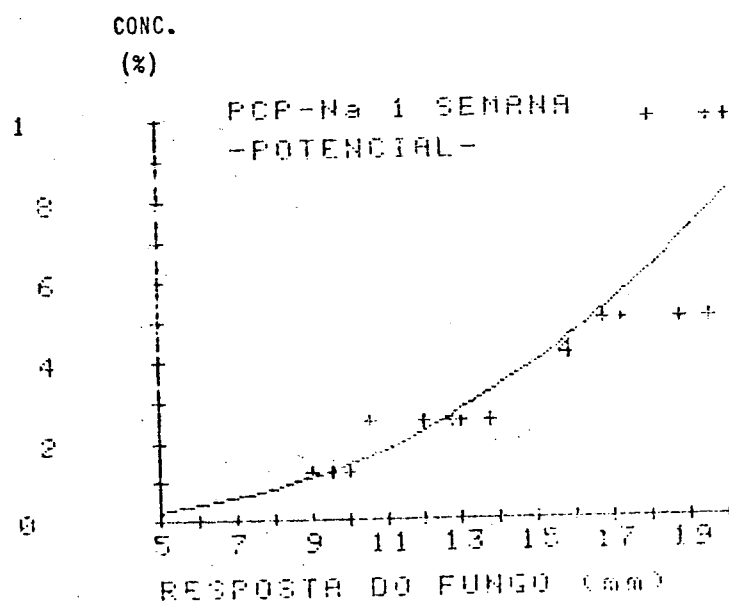
APÊNDICE I

CÁLCULOS ESTATÍSTICOS PARA O EN-
SAIO BIOLÓGICO QUE VISA A INSPE-
ÇÃO DA QUALIDADE DE PRODUTOS PRES
SERVATIVOS, EFETUADA COM O FUNGO
ASPERGILLUS *Niger*

ROW POWER CODE MS F
 SOURCE/DF SS MS F
 TOTAL 19 12.0 11.3 274.7
 RES 1 11.3 11.3 274.7
 RESID 18 0.7 0.9
 R SQUARE = 0.938
 YHAT = 0.000X + 2.755



ROW POWER CODE MS F
 SOURCE/DF SS MS F
 TOTAL 19 12.0 11.9 191.9
 RES 1 11.9 11.9 191.9
 RESID 18 1.0 0.1
 R SQUARE = 0.913
 YHAT = 0.000X + 2.519



MINUM DEGREE REGRESSION= 3

PRELIMINARY ANOV TABLE

SOURCE	SS	F	DF	R^2
TOTAL	41.502			
MEAN	27.460			
TOT ADJ	14.042			
X^1	10.23	48.36	(1, 18)	.729
X^2	2.61	37.12	(1, 17)	.915
X^3	.03	.46	(1, 16)	.917

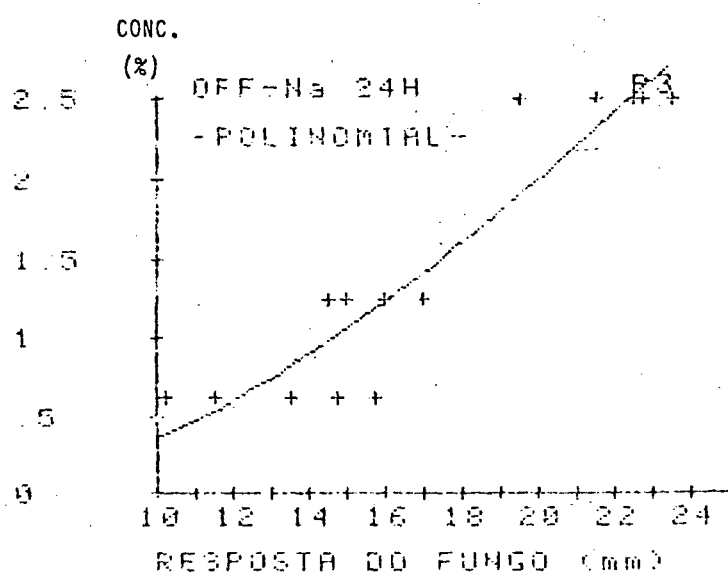
REE REGRESSION = 3

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	14.0		
REG 3	12.9	4.3	59.1
RESID 16	1.2	0.1	
R SQUARE =		0.917	

COEFFICIENTS

I	B(I)	STD ERROR	T
0	.32	.12	2.63
1	-.12	.11	-1.14
2	.01	.01	1.23
3	-.00	.00	-.68



MINIMUM DEGREE REGRESSION= 3

PRELIMINARY ANOV TABLE

SOURCE	SS	F	DF	R^2
TOTAL	41.502			
MEAN	27.460			
TOT ADJ	14.042			
X^1	12.39	135.05	(1, 18)	.882
X^2	1.15	139.40	(1, 17)	.965
X^3	.27	19.49	(1, 16)	.984

DEGREE REGRESSION = 3

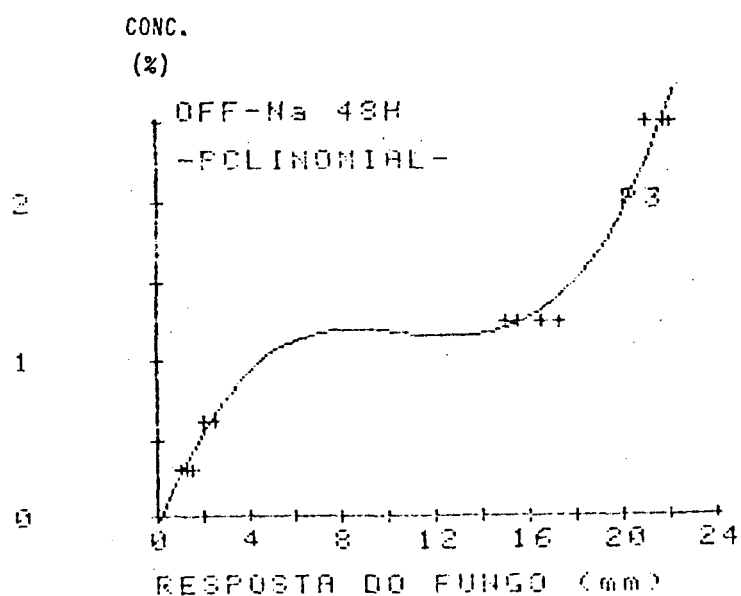
ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	14.0		
REG 3	13.8	4.6	328.4
RESID 16	0.2	0.0	

R SQUARE = 0.984

COEFFICIENTS

I	B(I)	STD ERROR	T
0	-.05	.14	-.33
1	.37	.10	3.68
2	-.04	.01	-3.67
3	.00	.00	4.41



MINUM DEGREE REGRESSION= 3

PRELIMINARY ADV TABLE

SOURCE	SS	F	DF	R^2
TOTAL	41.502			
MEAN	27.460			
TOT ADJ	14.042			
X^1	12.92	207.61	(1, 18)	.920
X^2	.00	.00	(1, 17)	.920
X^3	.61	19.26	(1, 16)	.964

DEGREE REGRESSION = 3

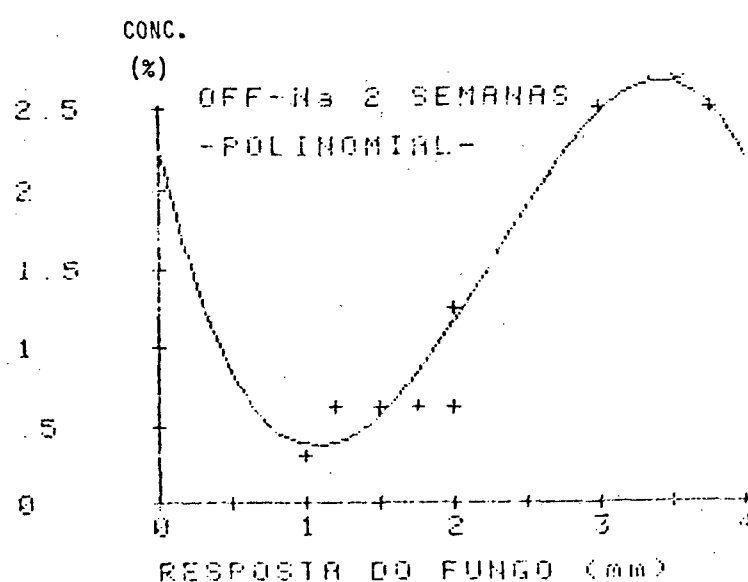
ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	14.0		
REG 3	13.5	4.5	142.0
RESID 16	0.5	0.0	

R SQUARE = 0.964

COEFFICIENTS

I	B(I)	STD ERROR	T
0	2.24	.72	3.12
1	-3.91	1.14	-3.42
2	2.39	.55	4.37
3	-.35	.08	-4.39



MINIMUM DEGREE REGRESSION= 3

PRELIMINARY ANOVA TABLE

SOURCE	SS	F	DF	R ²
TOTAL	166.016			
MEAN	109.863			
TOT ADJ	56.152			
M1	44.91	71.91 (1, 18)		.890
M2	8.71	58.34 (1, 17)		.955
M3	.22	1.56 (1, 16)		.959

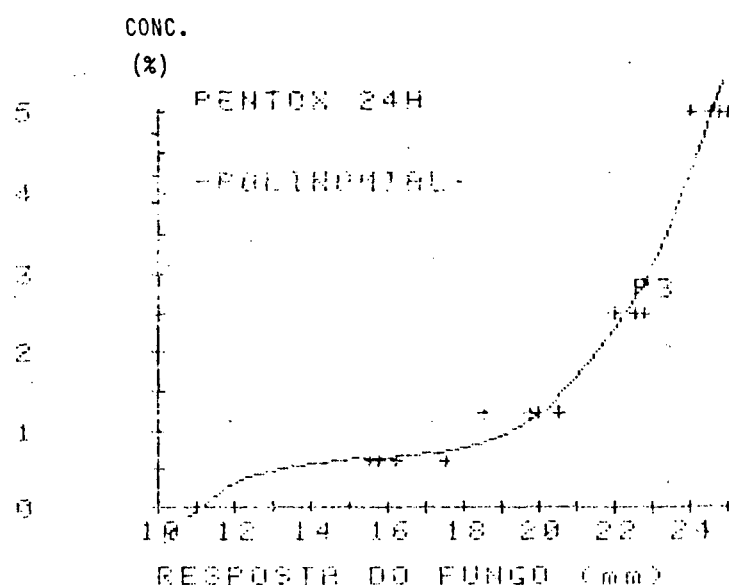
EGREE REGRESSION = 3

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	56.2		
REG 3	53.8	17.9	124.8
RESID 16	2.3	0.1	
R SQUARE =			0.959

COEFFICIENTS

I	B(I)	STD ERROR	T
0	-21.27	36.51	-0.58
1	4.17	5.53	0.75
2	-0.27	0.28	-0.96
3	0.01	0.06	1.25



DEGREE REGRESSION=3

PRELIMINARY ANOVA TABLE

SOURCE	SS	F	DF	R ²
TOTAL	166.016			
MEAN	109.863			
TOT ADJ	56.152			
X^1	46.72	89.20	(1, 18)	.832
X^2	7.30	58.16	(1, 17)	.962
X^3	.14	1.13	(1, 16)	.965

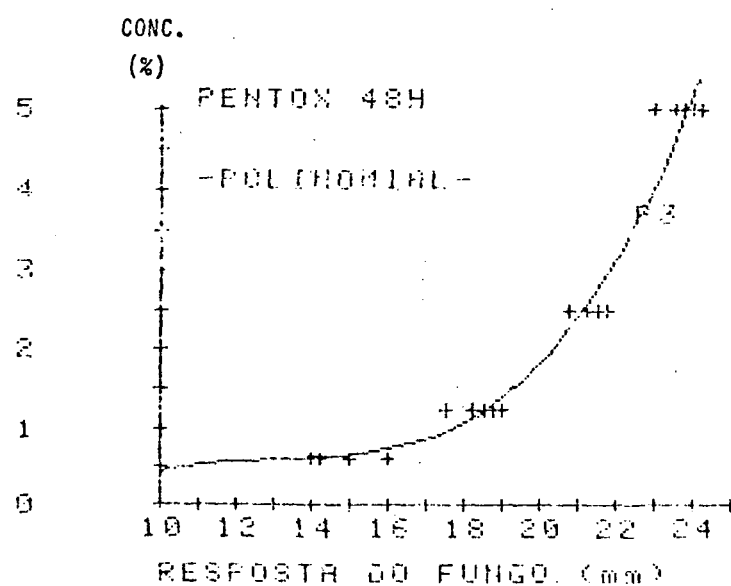
DEGREE REGRESSION = 3

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	56.2		
REG 3	54.2	18.1	145.0
RESID 16	2.0	0.1	
R SQUARE =			0.965

COEFFICIENTS

I	B(I)	STD ERROR	T
0	-7.75	21.86	-.36
1	1.85	3.54	.52
2	-.14	.19	-.74
3	.00	.00	1.06



10M DEGREE REGRESSION= 3

PRELIMINARY ANOVA TABLE

SOURCE	SS	F	DF	R^2
TOTAL	166.016			
MEAN	109.863			
TOT ADJ	56.152			
X^1	52.18	236.49	(1, 18)	.929
X^2	1.15	6.90	(1, 17)	.950
X^3	.43	2.87	(1, 16)	.957

REGRESSION = 3

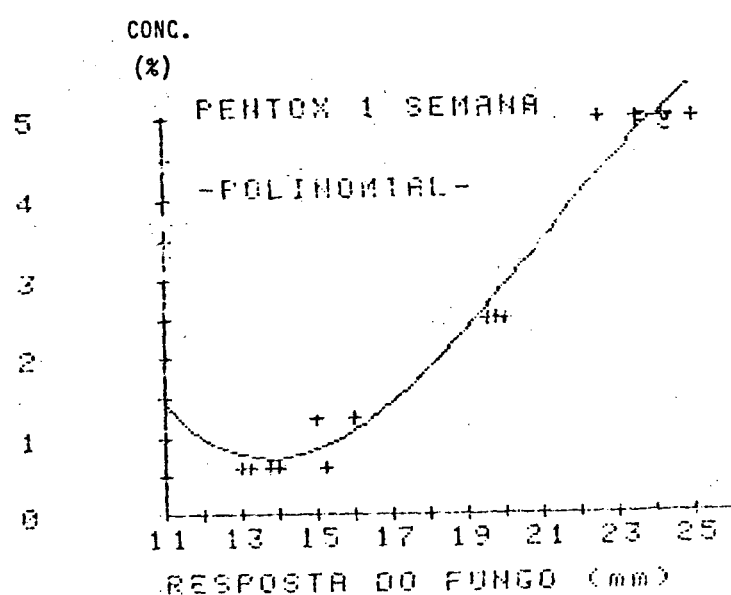
ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	56.2		
REG 3	53.8	17.9	119.7
RESID 16	2.4	0.1	

R SQUARE = 0.957

COEFFICIENTS

I	B(I)	STD ERROR	T
0	26.14	14.71	1.78
1	-4.42	2.42	-1.83
2	.24	.13	1.85
3	-.00	.00	-1.59



MIN DEGREE REGRESSION= 3

PRELIMINARY ANOVA TABLE

SOURCE	SS	F	DF	R ²
TOTAL	41.502			
MEAN	27.460			
TOT ADJ	14.042			
X ¹	12.67	166.52	(1, 18)	.962
X ²	.64	14.83	(1, 17)	.948
X ³	.28	9.98	(1, 16)	.968

DEGREE REGRESSION = 3

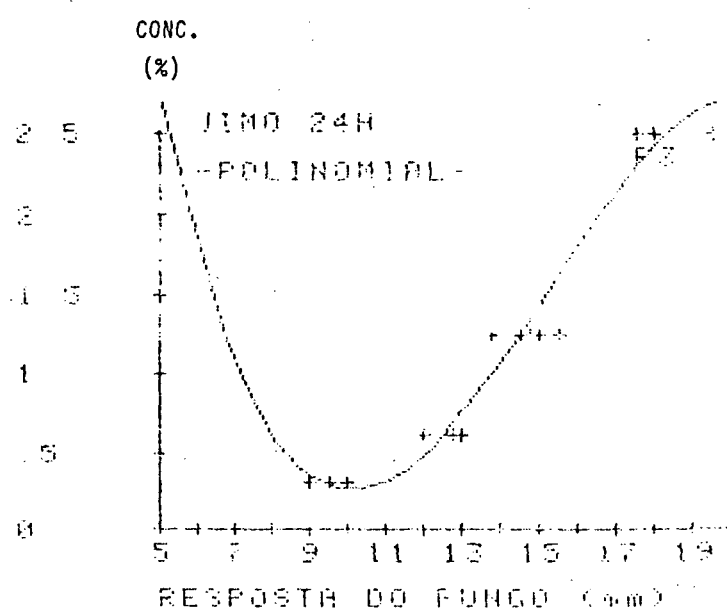
ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/OF	SS	MS	F
TOTAL 19	14.0		
REG 3	13.6	4.5	160.8
RESID 16	0.5	0.0	

R SQUARE = 0.968

COEFFICIENTS

I	B(I)	STD ERROR	T
0	12.73	3.76	3.38
1	-2.96	.80	-3.41
2	.22	.06	3.43
3	-.00	.00	-3.16

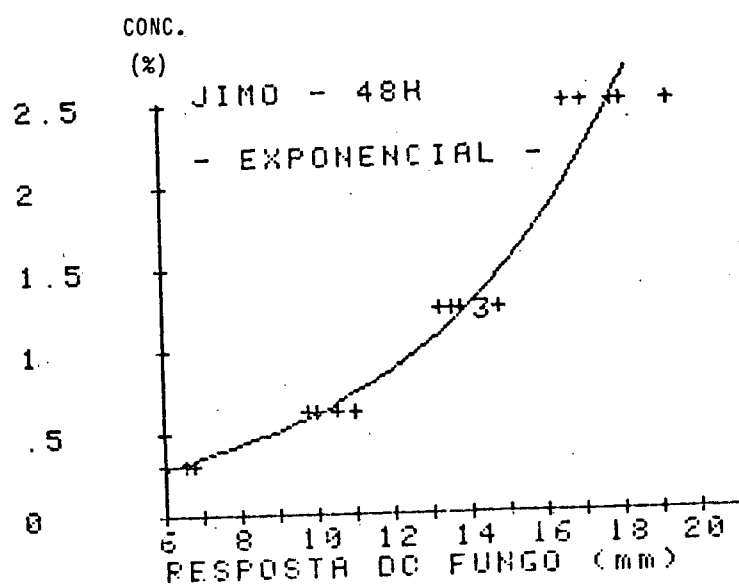


AOV: EXPONENTIAL: CODE 3

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	12.0		
REG 1	11.8	11.8	827.2
RESID 18	0.3	0.0	
R SQUARE =		0.979	

YHAT = 0.098EXP(0.182 X
)

* Press CONT key when ready *



DEGREE REGRESSION= 3

PRELIMINARY ANOVA TABLE

SOURCE	SS	F	DF	R ²
TOTAL	41.502			
MEAN	27.458			
TOT ADJ	14.242			
X ¹	13.32	332.62	(1, 18)	.949
X ²	.09	2.48	(1, 17)	.955
X ³	.17	6.14	(1, 16)	.968

DEGREE REGRESSION = 3

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	14.0		
REG 3	13.6	4.5	159.4
RESID 16	0.5	0.0	

R SQUARE = 0.968

COEFFICIENTS

I	B(I)	STD ERROR	T
	3.17	1.52	2.09
1	-.78	.34	-2.25
2	.06	.02	2.60
3	-.00	.00	-2.43

CONC.
(%)



MINUM DEGREE REGRESSION= 3

PRELIMINARY ANOV TABLE

SOURCE	SS	F	DF	R^2
TOTAL	166.815			
MEAN	109.863			
TOT ADJ	56.152			
X^1	34.69	29.10	(1, 18)	.618
X^2	.07	.05	(1, 17)	.619
X^3	.55	.42	(1, 16)	.629

EGREE REGRESSION = 3

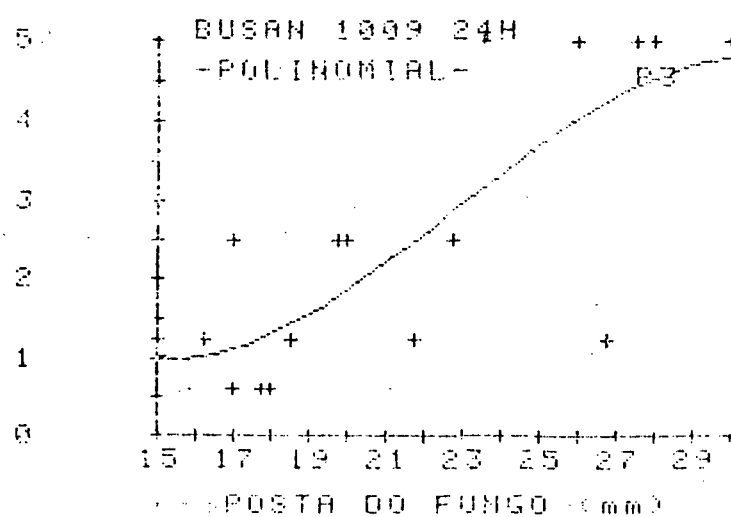
ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	56.2		
REG 3	35.3	11.8	9.0
RESID 16	20.8	1.3	
R SQUARE =		0.629	

COEFFICIENTS

I	B(I)	STD ERROR	T
0	22.06	38.44	.57
1	-3.28	5.34	-.61
2	.16	.24	.66
3	-.00	.00	-.65

CONC.
(%)



NUM DEGREE REGRESSION= 3

PRELIMINARY ANOV TABLE

SOURCE	SS	F	DF	R^2
TOTAL	91.016			
MEAN	59.766			
TOT ADJ	31.250			
X^1	8.72	5.80	(1, 15)	.279
X^2	4.46	2.46	(1, 14)	.422
X^3	.99	.75	(1, 13)	.453

DEGREE REGRESSION = 3

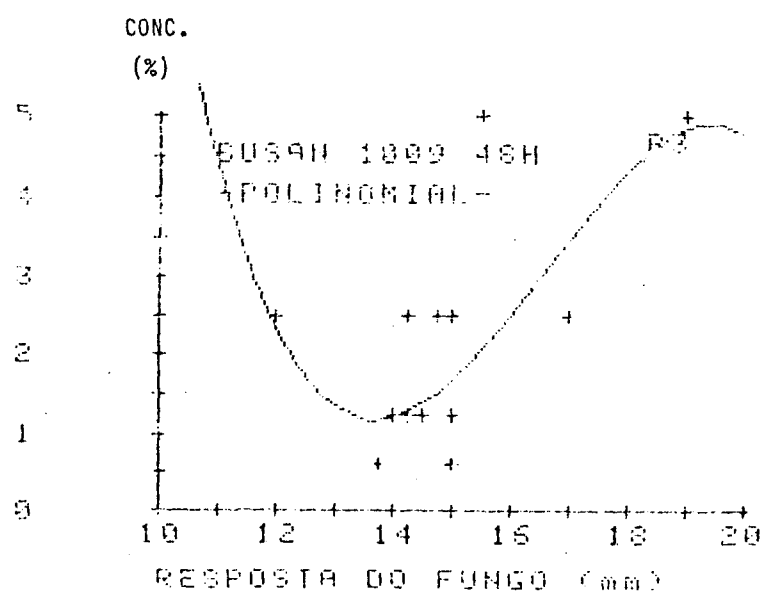
ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 16	31.3		
REG 3	14.2	4.7	3.6
RESID 13	17.1	1.3	

R SQUARE = 0.453

COEFFICIENTS

I	B(I)	STD ERROR	T
0	163.40	157.29	1.04
1	-39.97	31.58	-.99
2	1.93	2.06	.93
3	-.04	.04	-.87

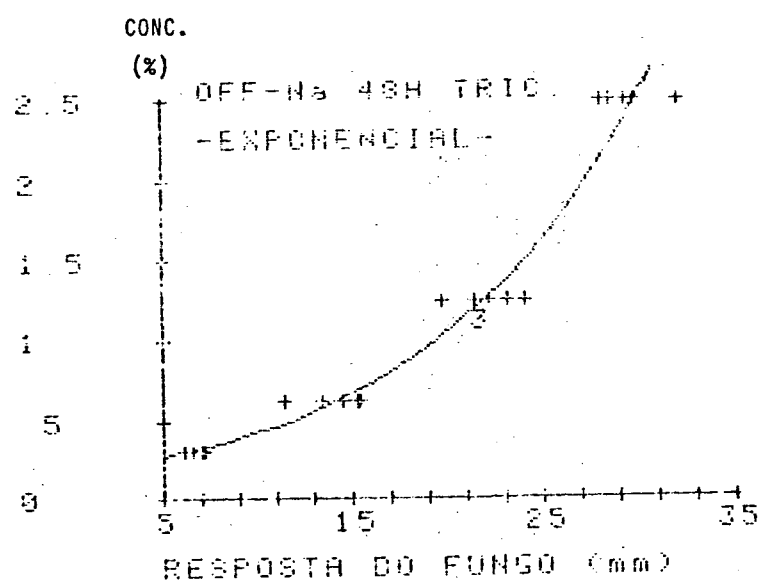


APÊNDICE II

CÁLCULOS ESTATÍSTICOS PARA O EN-
SAIO BIOLÓGICO QUE VISA A INS-
PEÇÃO DA QUALIDADE DE PRODUTOS
PRESERVATIVOS, EFETUADA COM O
FUNGO TRICODERMA sp

EXPONENTIAL CODE 3
 SOURCE/DF SS MS F
 TOTAL 19 12.0
 REG 1 11.8 11.8 817.1
 RESID 18 0.3 0.0
 R SQUARE = 0.978

YHAT = 0.177EXP(0.089 X



DEGREE REGRESSION = 3

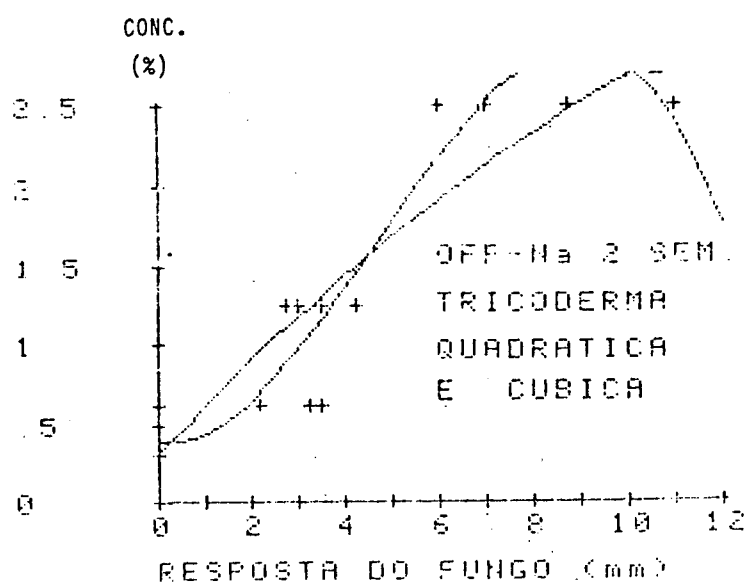
ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	14.0		
REG 3	12.8	4.3	55.6
RESID 16	1.2	0.1	

R SQUARE = 0.912

COEFFICIENTS

	B(1)	STD ERROR	T
0	.40	.10	3.82
1	-.05	.12	-.47
2	.10	.03	3.27
3	-.01	.00	-3.55



REE REGRESSION = 3

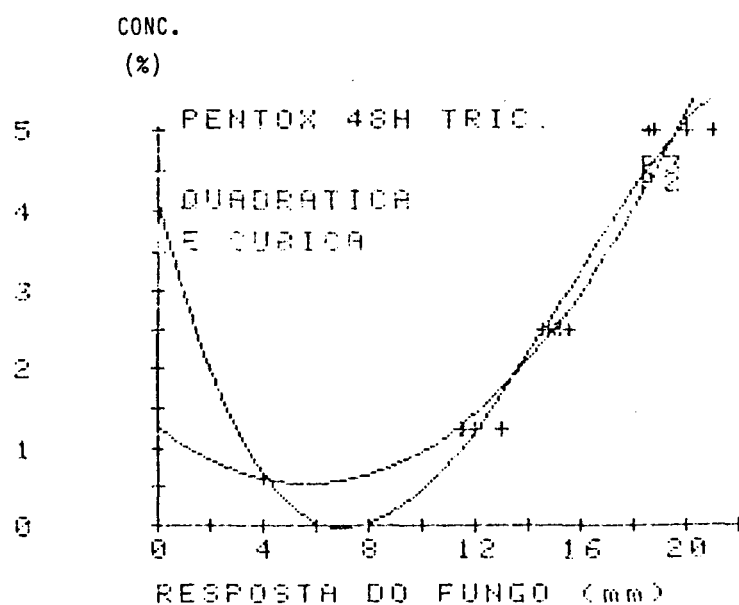
ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	56.2		
REG 3	54.5	18.2	173.4
RESID 16	1.7	0.1	

R SQUARE = 0.978

COEFFICIENTS

I	B(I)	STD ERROR	T
0	4.12	1.01	4.10
1	-1.31	.36	-3.67
2	.12	.03	3.66
3	-.00	.00	-2.97



DEGREE REGRESSION = 3

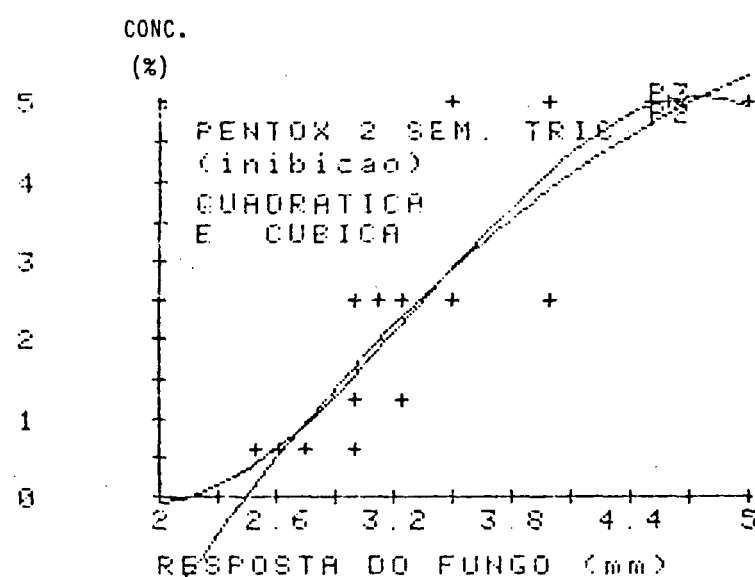
ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	56.2		
REG 3	44.4	14.8	20.2
RESID 16	11.7	0.7	

R SQUARE = 0.791

COEFFICIENTS

I	B(I)	STD ERROR T	
0	11.25	25.01	.45
1	-13.39	21.33	-.63
2	4.82	5.95	.81
3	-.48	.54	-.89



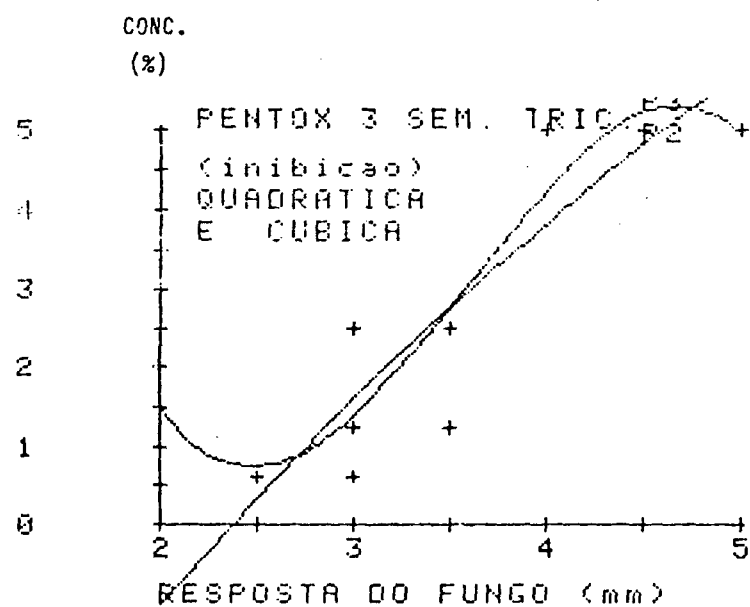
DE REGRESSION = 3

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	56.2		
REG 3	47.5	15.8	29.3
RESID 16	8.6	0.5	
R SQUARE =		0.846	

COEFFICIENTS

I	B(I)	STD ERROR	T
0	31.35	20.03	1.57
1	-29.99	17.12	-1.75
2	9.25	4.78	1.94
3	-.86	.44	-1.98



BREE REGRESSION = 3

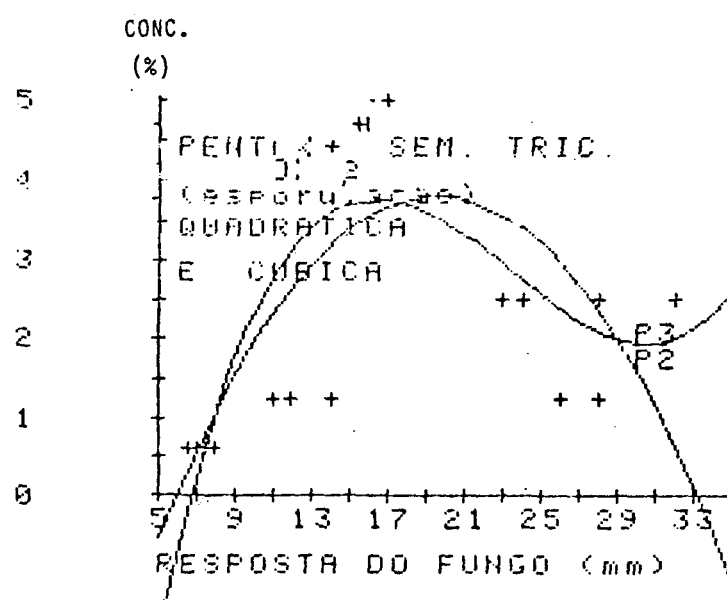
ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	56.2		
REG 3	32.8	10.9	7.5
RESID 16	23.4	1.5	

R SQUARE = 0.583

COEFFICIENTS

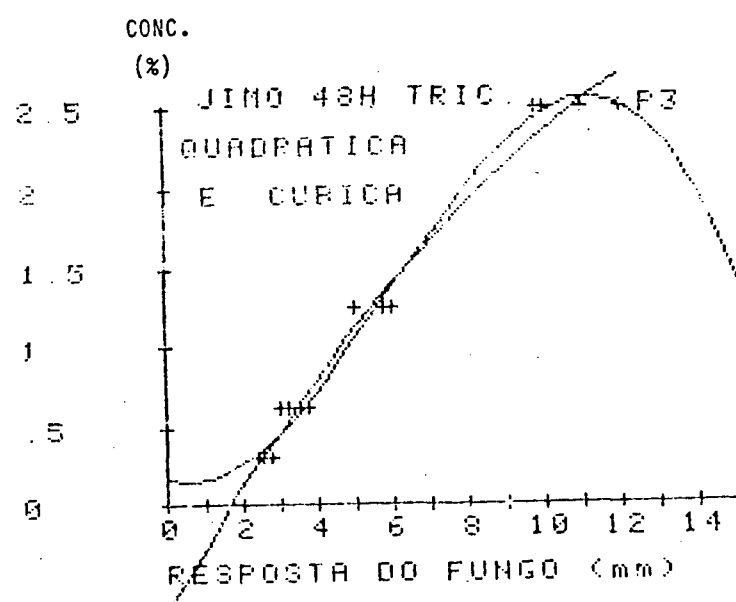
I	B(I)	STD ERROR	T
0	-9.40	3.36	-2.80
1	1.96	.68	2.89
2	-.09	.04	-2.27
3	.00	.06	1.78



FREE REGRESSION = 3

ANALYSIS OF VARIANCE				
SOURCE/DF	SS	MS	F	
TOTAL 19	14.0			
REG 3	13.9	4.6	569.5	
RESID 16	0.1	0.0		
R SQUARE =		0.991		

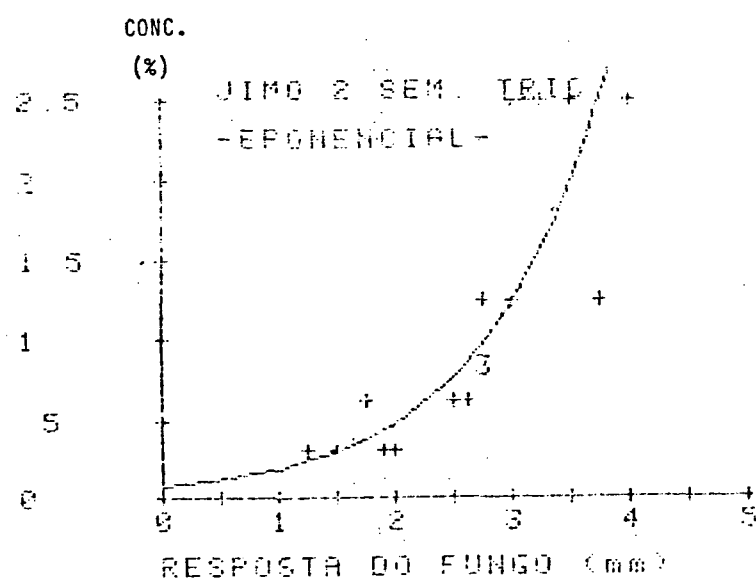
COEFFICIENTS			
I	B(I)	STD ERROR	T
0	.16	.24	.66
1	-.02	.14	-.52
2	.02	.02	3.21
3	-.00	.00	-3.71



EXPONENTIAL CODE 3

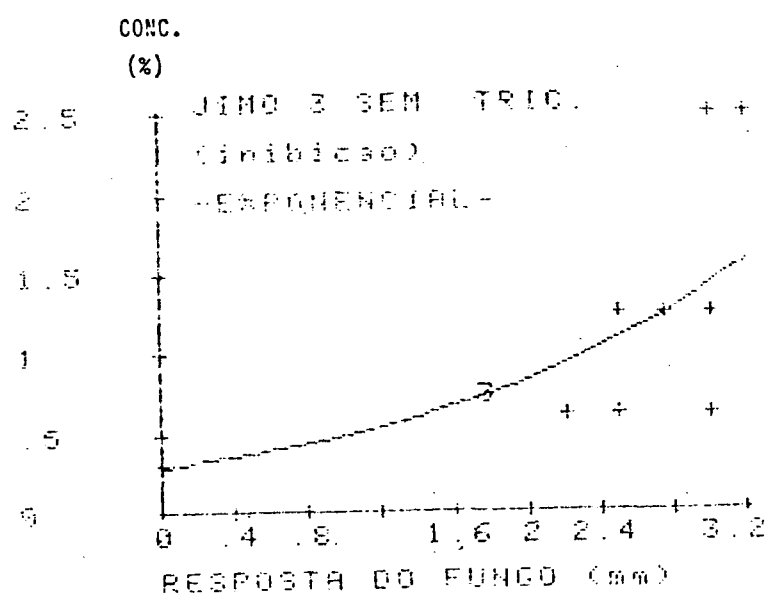
SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 19	12.0		
REG 1	9.3	9.3	20.0
RESID 18	2.6	0.2	
R SQUARE =	0.769		

YHAT = 0.073EXP(0.943 X)



ROW: EXPONENTIAL CODE 3
 SOURCE/DF SS MS F
 TOTAL 19 12.0
 REG 1 8.7 8.7 46.8
 RESID 18 3.3 0.2
 R SQUARE = 0.732

YHAT = 0.289EXP(0.531 X



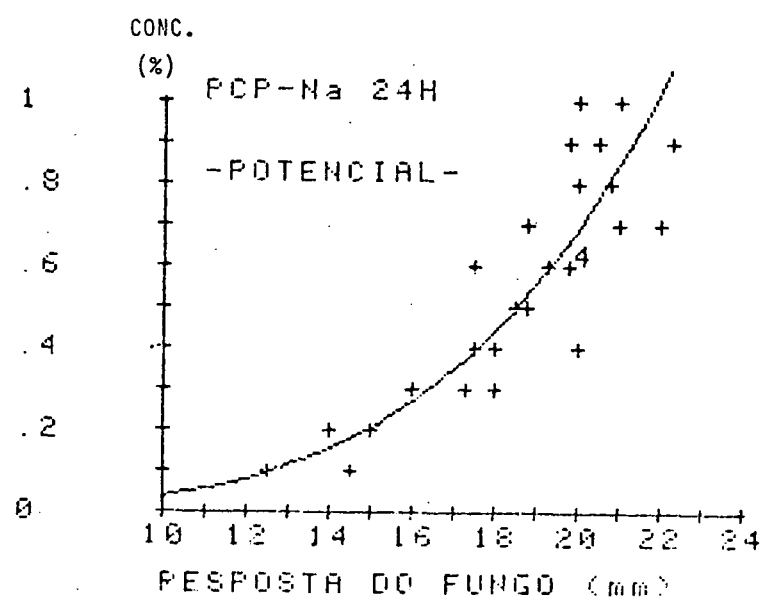
APÊNDICE III

CÁLCULOS ESTATÍSTICOS PARA O EN-
SAIO BIOLÓGICO EXECUTADO EM CON-
DIÇÕES INDUSTRIAIS SIMULADAS, E-
FETUADO COM O FUNGO ASPERGILLUS
Niger

ADJ: POWER: CODE 4

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 29	14.5		
REG 1	12.6	12.6	186.8
RESID 28	1.9	0.1	
R SQUARE =		0.870	

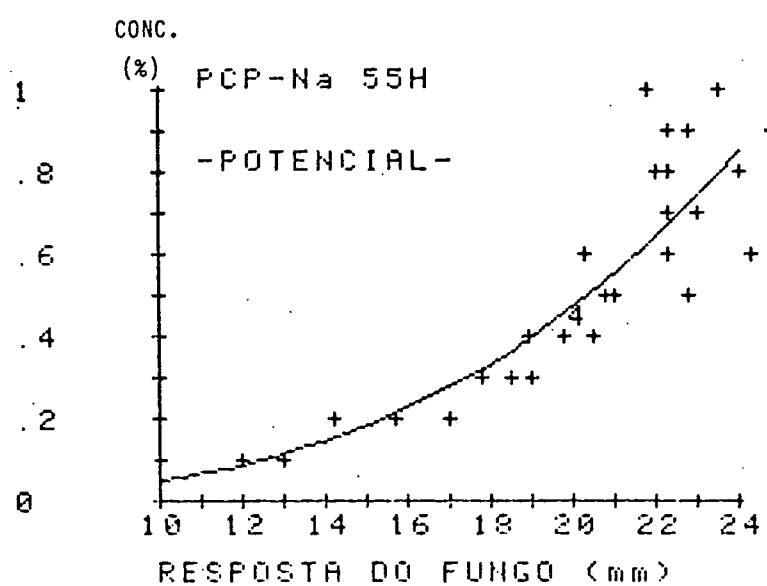
YHAT = 0.000X ^ 4.210



ADV. POWER: CODE 4

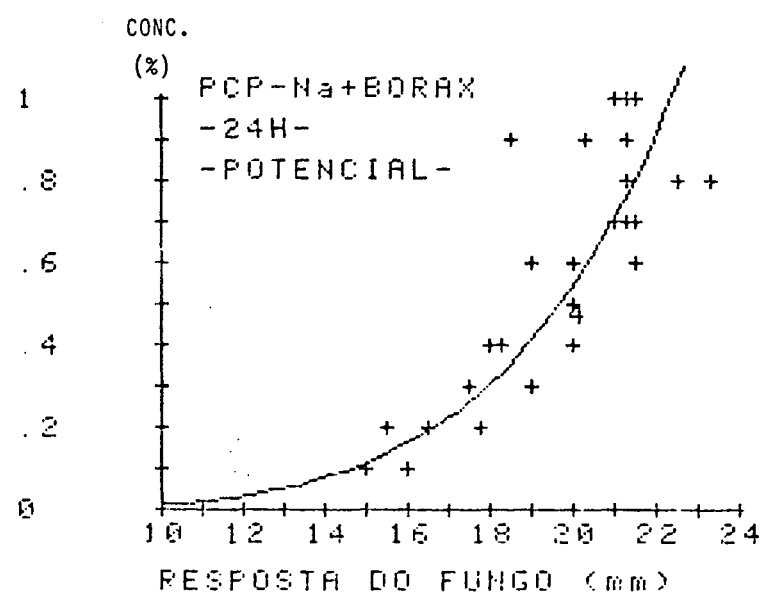
SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 29	14.5		
REG 1	13.2	13.2	276.0
RESID 28	1.3	0.0	
R SQUARE =		0.908	

YHAT = 0.000X ^ 3.266



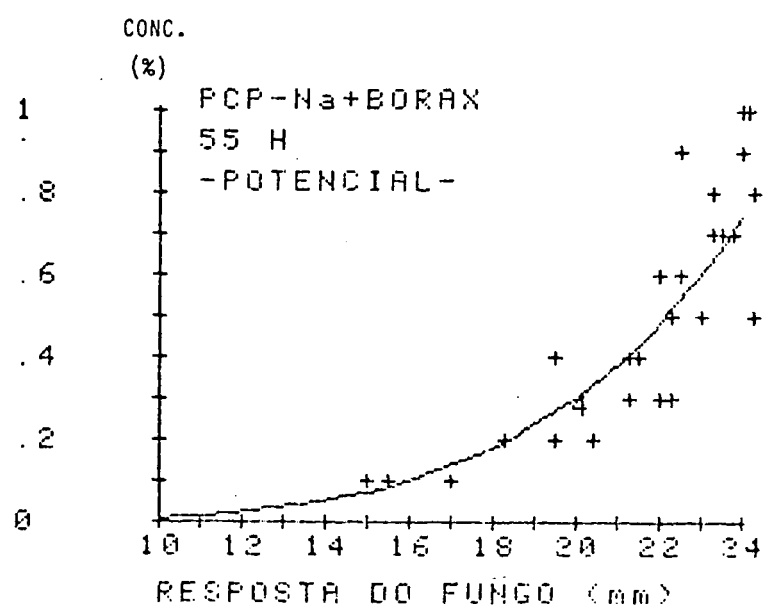
ADV: POWER: CODE 4
 SOURCE/DF SS MS F
 TOTAL 29 14.5
 REG 1 11.5 11.5 105.8
 RESID 28 3.0 0.1
 R SQUARE = 0.791

YHAT = 0.0000 5.447



ROV: POWER: CODE 4
 SOURCE/DF SS MS F
 TOTAL 29 14.5
 REG 1 12.2 12.2 151.1
 RESID 28 2.3 0.1
 R SQUARE = 0.944

YHAT = 0.000X ^ 4.918

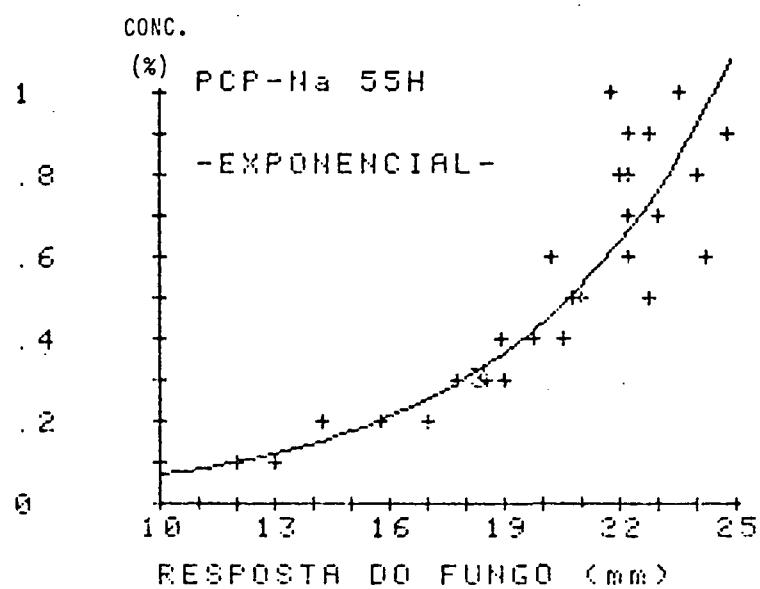


AOV: EXPONENTIAL: CODE 3

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 29	14.5		
REG 1	13.2	13.2	281.6
RESID 28	1.3	0.0	

R SQUARE = 0.910

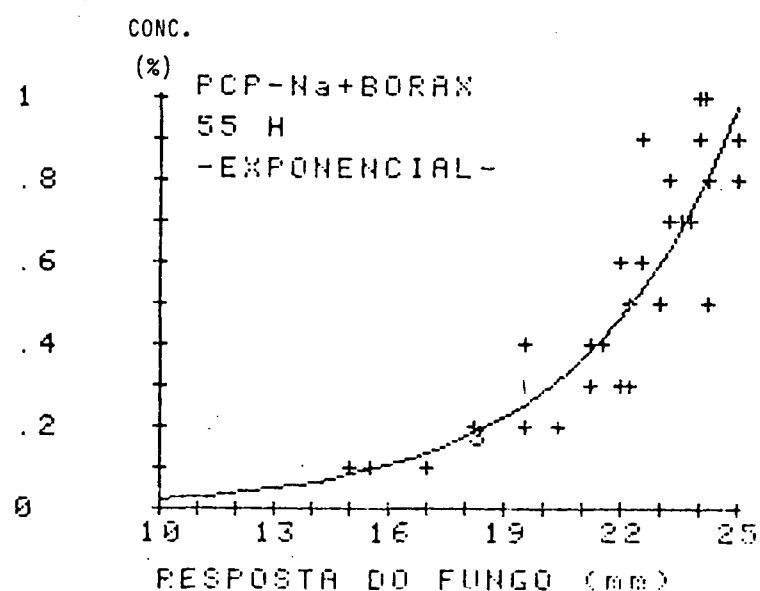
YHAT = 0.011EXP(0.184 X



AOV: EXPONENTIAL: CODE 3

SOURCE/DF	SS	MS	F
TOTAL 29	14.5		
REG 1	12.4	12.4	164.0
RESID 28	2.1	0.1	
R SQUARE =		0.854	

YHAT = 0.002EXP(0.248 X



APÊNDICE IV

ALGUMAS ILUSTRAÇÕES INFORMATIVAS
SOBRE A FORMA DE ATAQUE, POR A-
GENTES QUE PREJUDICAM O ASPECTO
DA MADEIRA DE *Pinus elliottii*

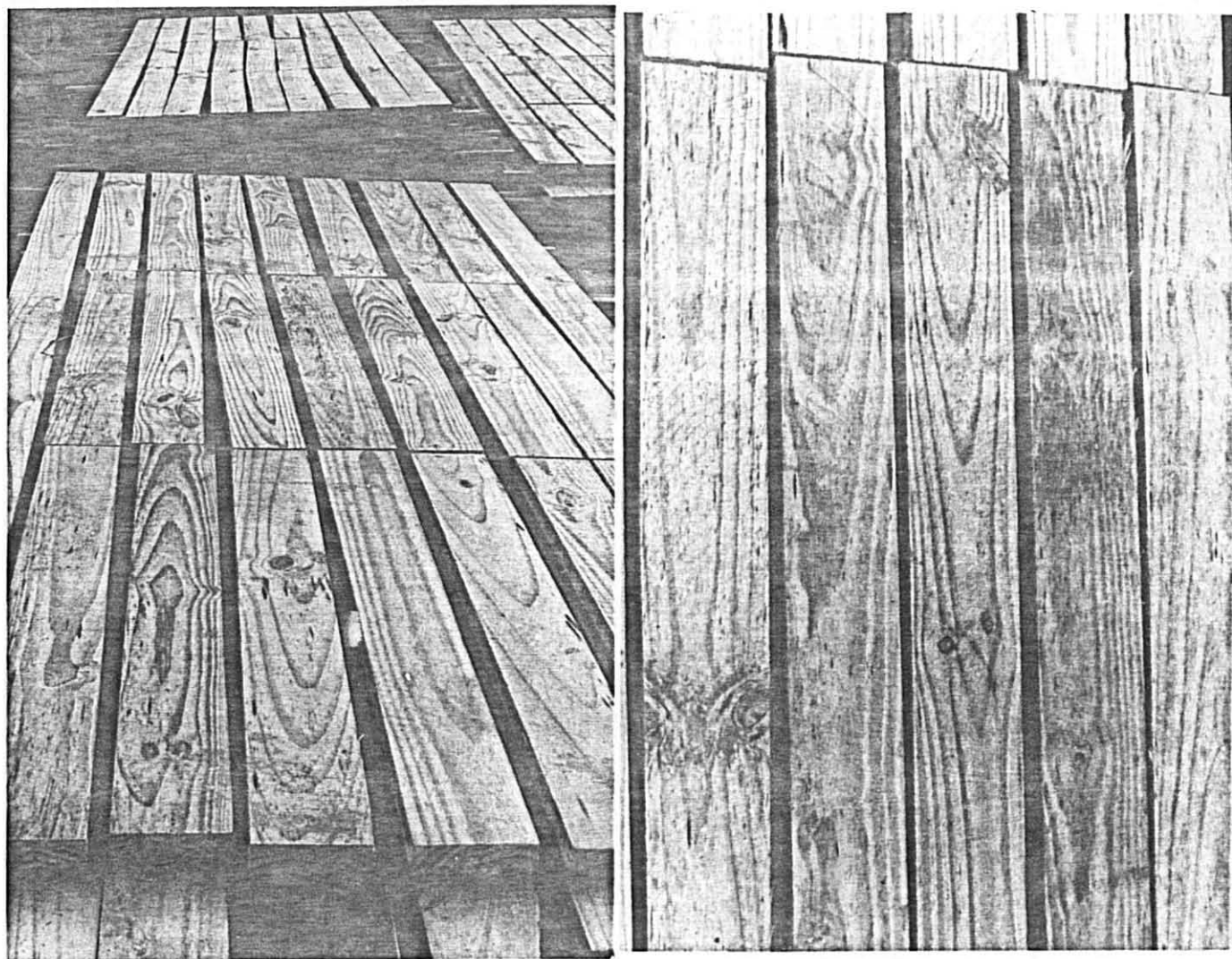


FIGURA: DESCOLORAÇÃO DAS PEÇAS ALOCADAS NA SUPERFÍCIE DAS PILHAS, PRINCIPALMENTE POR AÇÃO DE AGENTES NÃO BIOLÓGICOS E POR FUNGOS MANCHADORES

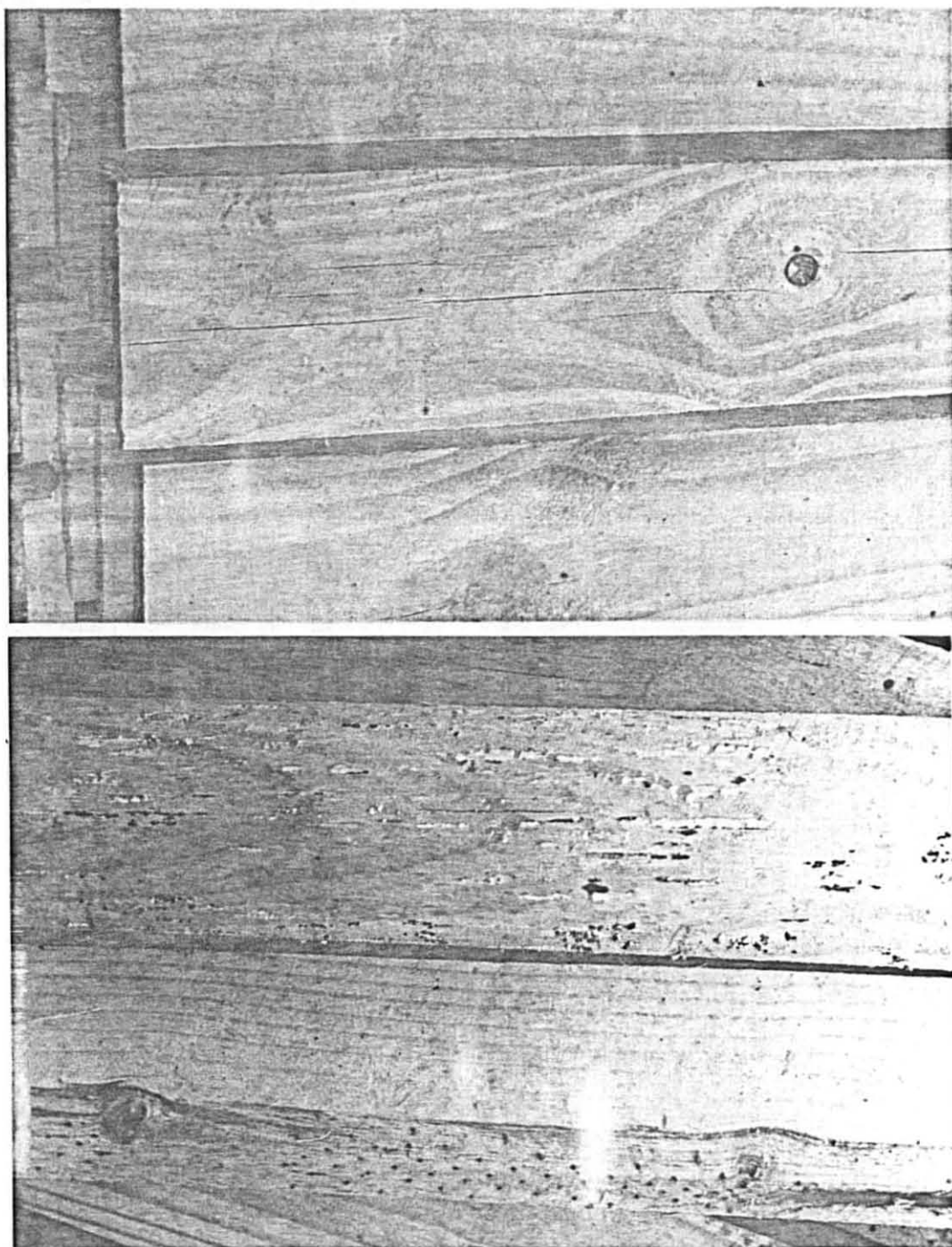


FIGURA SUPERIOR: PEÇAS DO EXPERIMENTO SITUADAS NA SUPERFÍCIE DAS PILHAS, CORTADAS TANGENCIALMENTE AOS ANÉIS DE CRESCIMENTO E COM DESENVOLVIMENTO DE FENDAS PERPENDICULARES AO LE-NHO OUTONAL DA MADEIRA.

FIGURA INFERIOR: DESENVOLVIMENTO DE FUNGOS DE BOLOR NO MATERIAL FENDILHADO E REUMEDECIDO, PREDOMI-NANTEMENTE NA MADEIRA NÃO TRATADA EXPOSTA PELAS FENDAS, COMO RESULTADO DO BAIXO PODER DE DIFUSÃO DO PRODUTO PRESERVATIVO APLICADO.

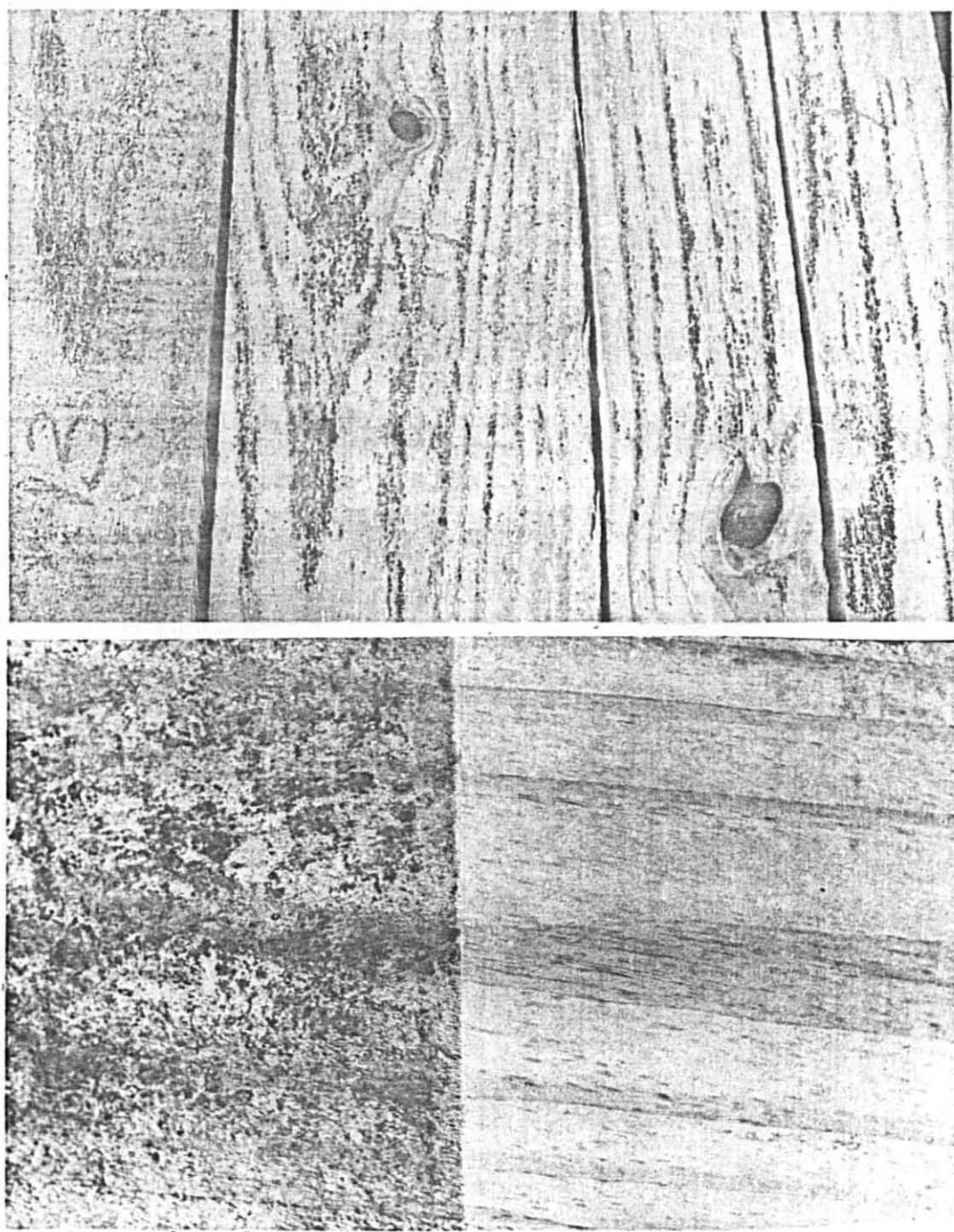


FIGURA SUPERIOR: DESENVOLVIMENTO DO FUNGO *Tricoderma* sp NA MADEIRA DO EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO, COM PREDOMINÂNCIA NO LENHO OUTONAL DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO . OBSERVE-SE A DIFERENÇA DE OCORRÊNCIA DO FUNGO, ENTRE AS PEÇAS EM CORTE RADIAL DAS EM CORTE TANGENCIAL DA MADEIRA,

FIGURA INFERIOR: MADEIRA BRUTA E LIXADA APÓS O PERÍODO DO TESTE EM LABORATÓRIO, EVIDENCIANDO A NECESSIDADE DE LIMPEZA DA SUPERFÍCIE, ANTES DA AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS PARA FUNGOS MANCHADORES.

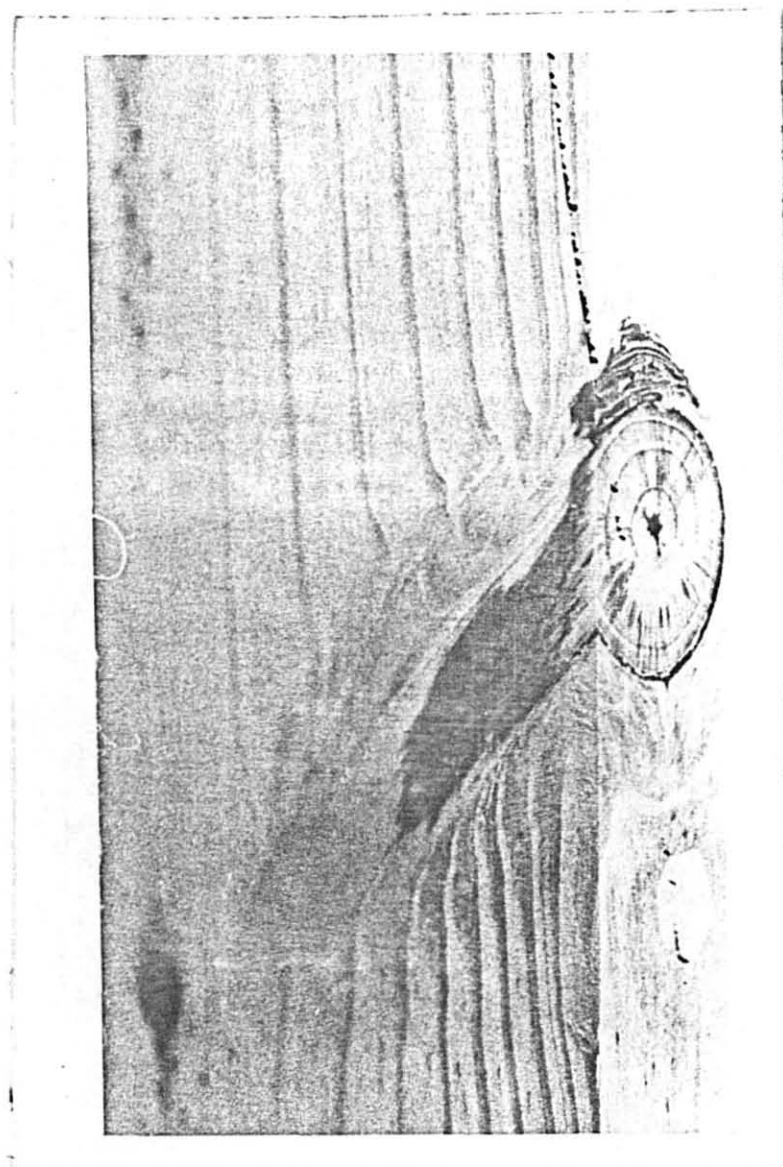


FIGURA: NÓ MORTO EM CORTE TRANSVERSAL E LONGITUDINAL, CO A MA-
DEIRA QUE O CONTORNA DESCOLORIDA POR FUNGOS DE MANCHA
AZUL